



**TUGAS AKHIR - MN141581**

## **DESAIN ETNIK *YACHT* SEBAGAI SARANA WISATA DI PULAU LOMBOK**

Yudhistira Ardhi Nugraha  
NRP. 4112 100 017

Dosen Pembimbing  
Hasanudin, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2017



**FINAL PROJECT - MN141581**

## **ETHNIC *YACHT* DESIGN FOR MARINE TOURISM AT LOMBOK ISLAND**

Yudhistira Ardhi Nugraha  
ID No. 4112 100 017

Supervisor  
Hasanudin, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
Faculty of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2017

# LEMBAR PENGESAHAN

## DESAIN ETNIK *YACHT* SEBAGAI SARANA WISATA DI PULAU LOMBOK

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Perancangan Kapal  
Program S1 Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**YUDHISTIRA ARDHI NUGRAHA**  
NRP. 4112 100 017

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Hasanudin, S.T., M.T.  
NIP. 19800623 200604 1 001

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 19640210 198903 1 001

**SURABAYA, Juli 2017**

## LEMBAR REVISI

### DESAIN ETNIK *YACHT* SEBAGAI SARANA WISATA DI PULAU LOMBOK

#### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 06 Juli 2017

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program S1 Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**YUDHISTIRA ARDHI NUGRAHA**  
NRP. 4112 100 017

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

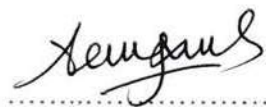
1. M. Nurul Misbach, S.T., M.T.

  
.....

2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

  
.....

3. Teguh Putranto, S.T., M.T.

  
.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Hasanudin, S.T., M.T.

  
.....

**SURABAYA, Juli 2017**

*Dedicated to My Beloved Parents,  
Tri Yusuf Wiyatno and Tuti Wardani,  
And for all My Beloved Sister & Ayumi, Qiandra, Jennahara,  
For their endless love, support, and encouragement.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “DESAIN ETNIK *YACHT* SEBAGAI SARANA WISATA DI PULAU LOMBOK” dengan baik. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan ilmu, serta memberikan arahan dan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS.
3. Keluarga penulis, Bapak Tri Yusuf Wiyatno, Ibu Tuti Wardani, kedua kakak dan keponakan yang memberikan do’a dan dukungan kepada Penulis.
4. Keluarga Besar HIMATEKPAL FTK-ITS, yang telah memberikan arti lebih dari sekedar menuntut ilmu selama menjalani perkuliahan.
5. Saudara seperguruan P-52 (FORECASTLE), sebagai kawan seperjuangan.
6. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian Tugas Akhir ini penulis susun, dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Penulis menyadari dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Yudhistira Ardhi Nugraha

# **DESAIN ETNIK *YACHT* SEBAGAI SARANA WISATADI PULAU LOMBOK**

Nama Mahasiswa : Yudhistira Ardhi Nugraha  
NRP : 4112 100 017  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Hasanudin, S.T., M.T

## **ABSTRAK**

Meningkatnya jumlah pengunjung baik domestik maupun mancanegara ke Pulau Lombok setiap tahunnya menunjukkan pulau ini masih memiliki potensi untuk terus dikembangkan pada sektor pariwisata. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Lombok, jumlah wisatawan Pulau Lombok pada tahun 2016 mencapai 3.094.437 orang namun jumlah kapal *yacht* yang beroperasi hanya berjumlah 4 kapal. Kapal yang beroperasi pun masih impor dan tidak ada yang memakai interior etnik khas Lombok. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai *Yacht Etnik* yang sesuai dengan dengan karakteristik Pulau Lombok. *Yacht Etnik* direncanakan akan berlayar selama dua hari menuju Pulau Gili Nanggu, Pulau Gili Matra (Air, Meno, Trawangan) dan Pantai Senggigi. Penentuan ukuran utama awal kapal menggunakan 13 kapal pembanding dan presentase jumlah wisatawan bahari di Pulau Lombok sebagai acuan dalam penentuan *payload* kapal. Dari proses tersebut, ukuran utama yang didapatkan adalah  $L_{pp} = 22,30$  m,  $B = 9.30$  m,  $T = 1.52$  m,  $H = 3.60$  m,  $B_1 = 3.30$  m,  $C_B = 0.398$  dan  $V_s = 10$  knot dengan jumlah penumpang sebanyak 7 orang dan 3 *crew*. Sedangkan, Analisis Ekonomis dilakukan dengan Analisis Kelayakan Investasi. Kelayakan investasi dilakukan dengan biaya pembangunan = Rp. 4,781,883,554.94; NPV = Rp 1,160,290,152; IRR = 17%; dan PP = 6.63 tahun.

**Kata kunci :** *Etnik Yacht, Kapal Wisata, Pulau Lombok, Analisis Teknis dan Ekonomis,.*

# **ETHNIC YACHT DESIGN FOR MARINE TOURISM AT LOMBOK ISLAND**

Author : Yudhistira Ardhi Nugraha  
ID Number : 4112 100 017  
Dept. / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology  
Supervisors : Hasanudin, S.T., M.T

## **ABSTRACT**

The increasing number of visitors both domestic and overseas to the Lombok Island each year shows the island still has potential to continue developed in tourism sector. According to data from the Central Bureau of Statistics of Lombok, the number of tourists on the island of Lombok in 2016 reached 3,094,437 people but the number of yachts that operate only 4 ships. Ships that operate are still import and no one is wearing ethnic interiors typical Lombok Island. Based on this background, the authors conducted research on the ethnic yacht in accordance with the characteristics of Lombok Island. Yacht Ethnic is planned to sail for two days to Gili Nanggu Island, Gili Matra Island (Air, Meno, Trawangan) and Senggigi Beach. Determination of the initial main size of the vessel using 13 vessels and the percentage of the number of marine tourists on the island of Lombok as a reference in determining ship payload. From the process, the main size obtained is  $L_{pp} = 22.30$  m,  $B = 9.30$  m,  $T = 1.52$  m,  $H = 3.60$  m,  $B_1 = 3.30$  m,  $C_B = 0.398$  and  $V_s = 10$  knots with 7 passengers And 3 crew. Meanwhile, Economic Analysis is done with Investment Feasibility Analysis. Investment feasibility with building cost = Rp4,781,883,554.94; NPV = Rp 1,160,290,152; IRR = 17%; and PP = 6.63 years.

**Key Words :** *Ethnic Yacht, Cruise Ship, Lombok Island, Technical and Economical analysis,.*



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SIMBOL .....	xvi
Bab I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang Masalah .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	2
I.3. Batasan Masalah .....	3
I.4. Tujuan Tugas Akhir .....	3
I.5. Manfaat Tugas Akhir .....	3
I.6. Hipotesis Penelitian .....	3
Bab II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
II.1. Kapal Katamaran .....	5
II.1.1. Jenis Lambung Katamaran .....	6
II.1.2. Bentuk Lambung Katamaran .....	8
II.2. Tinjauan Umum <i>Yacht</i> .....	9
II.3. Desain Kapal.....	11
II.3.1. Proses Desain.....	11
II.3.2. Tahapan Desain .....	11
II.3.3. <i>Parametric Design Approach</i> .....	13
II.4. Hambatan Kapal Berdasarkan M. Insel dan A. F Molland.....	14
II.4.1. Koefisien $\beta$ .....	15
II.4.2. Koefisien $\tau$ .....	16
II.4.3. Koefisien $C_F$ .....	18
II.4.4. Koefisien $C_W$ .....	19
II.5. Lambung Timbul ( <i>Freeboard</i> ) Berdasarkan Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia .....	19
II.6. Trim dan Stabilitas Kapal .....	22
II.7. Analisis Ekonomis .....	24
II.7.1. Biaya Produksi.....	24
II.7.2. Biaya Operasional.....	25
II.7.3. Analisis Kelayakan Investasi.....	25
Bab III TINJAUAN DAERAH.....	27
III.1. Pulau Lombok.....	27

III.1.1. Pariwisata di Pulau Lombok.....	27
III.2. Pulau Gili.....	28
III.3. Pantai Senggigi.....	29
III.4. Pulau Gili Nanggu.....	30
Bab IV METODOLOGI PENELITIAN.....	33
IV.1. Metode Pengerjaan.....	33
IV.2. Diagram Alir Pengerjaan.....	33
IV.3. Studi Literatur.....	34
IV.4. Tahap Pengumpulan Data.....	34
IV.4.1. Data Jumlah Wisatawan Pulau Lombok.....	34
IV.4.2. Kondisi Perairan.....	34
IV.4.3. Data Kapal Pembanding.....	35
IV.5. Pengolahan Data.....	35
IV.5.1. Menentukan <i>Payload</i> .....	35
IV.5.2. Menentukan Rute Kapal.....	35
IV.5.3. Menentukan Kecepatan Dinas.....	35
IV.5.4. Menentukan Ukuran Utama.....	36
IV.6. Perhitungan Teknis.....	36
IV.6.1. Perhitungan Hambatan.....	36
IV.6.2. Perhitungan Propulsi.....	36
IV.6.3. Perhitungan Berat dan Titik Berat.....	36
IV.6.4. Perhitungan Stabilitas.....	37
IV.6.5. Perhitungan <i>Trim</i> .....	37
IV.6.6. Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	37
IV.7. Perhitungan Ekonomis.....	37
IV.8. Pembuatan Rencana Garis.....	38
IV.9. Pembuatan Rencana Umum.....	38
IV.10. Pembuatan 3D.....	38
IV.11. Kesimpulan dan Saran.....	38
Bab V ANALISIS TEKNIS DAN ANALISIS EKONOMIS.....	39
V.1. Penentuan <i>Owner Requirement</i> .....	39
V.1.1. Penentuan Jumlah Wisatawan.....	39
V.1.2. Perencanaan Rute.....	40
V.1.3. Waktu Operasi Kapal.....	41
V.2. Penentuan Ukuran Utama Awal.....	42
V.3. Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal.....	45
V.3.1. Panjang Garis Air ( $L_{wl}$ ).....	46
V.3.2. Froude Number ( $F_n$ ).....	46
V.3.3. Volume Displasemen Kapal ( $\nabla$ ).....	46
V.3.4. Koefisien Blok ( $C_b$ ).....	46
V.3.5. Koefisien Prismatic ( $C_p$ ).....	47
V.3.6. Koefisien Garis Air ( $C_{WP}$ ).....	47
V.3.7. Koefisien Luas <i>Midship</i> ( $C_M$ ).....	47
V.4. Perhitungan Hambatan Kapal.....	47

V.4.1. Luas Permukaan Basah (WSA) .....	47
V.4.2. Koefisien Hambatan Total ( $C_{tot}$ ).....	48
V.5. Perhitungan Propulsi dan Kebutuhan Daya Mesin.....	51
V.6. Perhitungan Tebal Pelat .....	53
V.7. Perhitungan Berat Kapal.....	54
V.7.1. Perhitungan Berat LWT.....	55
V.7.2. Perhitungan Berat DWT .....	55
V.7.3. Koreksi Displacement .....	56
V.8. Perhitungan Stabilitas Kapal.....	56
V.9. Perhitungan <i>Freeboard</i> Kapal .....	60
V.10. Perhitungan Trim Kapal .....	62
V.11. Pembuatan Desain Kapal.....	63
V.11.1. Desain Rencana Garis .....	64
V.11.2. Desain Rencana Umum.....	65
V.11.3. Desain Keselamatan Kapal.....	66
V.11.4. Desain 3D Etnik .....	69
V.12. Perhitungan Ekonomis .....	72
V.12.1. Biaya Produksi Kapal.....	72
V.12.2. Biaya Operasional Kapal.....	73
V.12.3. Analisis Kelayakan Investasi .....	74
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	76
VI.1. Kesimpulan.....	76
VI.2. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA .....	78
IAMPIRAN APERHITUNGAN TEKNIS DAN PERHITUNGAN EKONOMIS	
IAMPIRAN BGAMBAR LINES PLAN	
IAMPIRAN CGAMBAR GENERAL ARRANGEMENT	
IAMPIRAN DGAMBAR SAFETY PLAN	
BIODATA PENULIS	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 70 Sunreef Power .....	5
Gambar II.2 Model Jenis Lambung Katamaran.....	7
Gambar II.3 <i>Body Plan Round Bilge</i> .....	8
Gambar II.4 <i>Body Plan Hard Chine</i> .....	9
Gambar II.5 <i>The Spiral Diagram</i> (Watson, 1998).....	12
Gambar II.6 Model Lambung M. Insel & A. F Molland .....	15
Gambar II.7 Variasi Koefisien Interferensi Gesek dengan $S/B1$ .....	16
Gambar II.8 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan $S/L = 0.2$ .....	17
Gambar II.9 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan $S/L = 0.3$ .....	17
Gambar II.10 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan $S/L = 0.4$ .....	18
Gambar II.11 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan $S/L = 0.5$ .....	18
Gambar II.12 Variasi Koefisien Gelombang dengan $L/B1$ .....	19
Gambar III. 1 Spot Diving Terbaik di Gili Trawangan, Gili Meno dan Gili Air.....	28
Gambar III. 2 Keindahan <i>sunset</i> Pantai Senggigi .....	30
Gambar III. 3 Keindahan bawah laut Gili Nanggu .....	31
Gambar IV. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	33
Gambar V. 1 Grafik Peningkatan Jumlah Kunjungan Wisata Pulau Lombok .....	39
Gambar V. 2 Rute Pelayaran .....	40
Gambar V. 3 Grafik Regresi antara DWT dan Lpp .....	43
Gambar V. 4 Grafik Regresi antara Displasemen dan Lebar Kapal .....	43
Gambar V. 5 Grafik Regresi antara Displasemen dan Tinggi Kapal.....	44
Gambar V. 6 Grafik Regresi antara Displasemen dan Sarat Kapal .....	44
Gambar V. 7. Hasil perencanaan tangki tangki .....	57
Gambar V. 8 Perencanaan kondisi (tangki) setengah penuh (50%) .....	57
Gambar V. 9 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan ( <i>consumable</i> ) 50% .....	59
Gambar V. 10 Grafik stabilitas kapal pada kondisi <i>loadcase consumable</i> 50%.....	59
Gambar V. 11 Desain <i>Lines Plan</i> dengan <i>Maxsurf Pro</i> .....	64
Gambar V. 12 Interior etnik kapal (a) Tampak Atas (b) Tampak Depan (c) Tampak Samping .....	70

Gambar V. 13 Interior didalam kapal pada (a) Dek 2 (b) Dek 1 .....	71
--	----

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 <i>Range Ratio</i> Menurut Jurnal M. Insel dan A.F Molland.....	13
Tabel II.2 Nilai Faktor (1+k) .....	16
Tabel V. 1 Perencanaan waktu wisata .....	41
Tabel V. 2 <i>Timeline</i> Kegiatan Wisata .....	42
Tabel V. 3 Data Kapal Pembanding .....	42
Tabel V. 4 Rekapitulasi Ukuran Utama.....	45
Tabel V. 5 Rasio Ukuran Utama Kapal .....	45
Tabel V. 6 Nilai Faktor (1+k) .....	48
Tabel V. 7 Nilai Koefisien $\beta$ dari Hasil Pengukuran Grafik.....	48
Tabel V. 8 Nilai Koefisien $\beta$ dari Hasil Interpolasi S/B <sub>1</sub> .....	49
Tabel V. 9 Nilai Koefisien $\tau$ dari Hasil Pengukuran Grafik dan Hasil Interpolasi Fn.....	49
Tabel V. 10 Nilai Koefisien $\tau$ dari Hasil Interpolasi S/L.....	50
Tabel V. 11 Nilai Koefisien C <sub>w</sub> dari Hasil Pengukuran Grafik.....	50
Tabel V. 12 Nilai Koefisien C <sub>w</sub> dari Hasil Interpolasi Fn.....	50
Tabel V. 13 Spesifikasi Mesin yang Dipilih.....	52
Tabel V. 14 Spesifikasi Genset yang Dipilih.....	53
Tabel V. 15 Hasil Perhitungan Tebal Pelat.....	54
Tabel V. 16 Rekapitulasi Berat LWT Kapal.....	55
Tabel V. 17 Rekapitulasi Berat DWT Kapal .....	56
Tabel V. 18 Koreksi Displasmen Berdasarkan Hukum Archimides .....	56
Tabel V. 19 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan consumable 100% .....	59
Tabel V. 20 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan consumable 50% .....	60
Tabel V. 21 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan <i>consumable</i> 10% .....	60
Tabel V. 22 Hasil Koreksi Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	62
Tabel V. 23 Spesifikasi tipe kamar .....	65
Tabel V. 24 Ketentuan jumlah <i>lifebouy</i> .....	66
Tabel V. 25 Perencanaan jumlah dan peletakan <i>lifebuoy</i> .....	67
Tabel V. 26 Kriteria ukuran <i>lifejacket</i> .....	67
Tabel V. 27 Perencanaan dan peletakan <i>Lifejacket</i> .....	68
Tabel V. 28 Biaya Produksi Kapal .....	72

Tabel V. 29 Rincian Biaya Investasi dari <i>Glass Bottom Catamaran Boat</i> .....	73
Tabel V. 30 Rincian Biaya Operasional Tetap .....	74
Tabel V. 31 <i>Cash Flow</i> Investasi Kapal .....	74
Tabel V. 32 Hasil Analisis Kelayakan Investasi Kapal .....	75

## DAFTAR SIMBOL

L	=	Panjang kapal (m)
Loa	=	<i>Length overall</i> (m)
Lpp	=	<i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	=	<i>Length of waterline</i> (m)
B <sub>1</sub>	=	Lebar satu <i>demihull</i> (m)
T	=	Sarat kapal (m)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
B	=	Lebar keseluruhan kapal (m)
S	=	Lebar <i>demihull</i> (m)
V <sub>s</sub>	=	Kecepatan dinas kapal (knot)
Fn	=	<i>Froud number</i>
Rn	=	<i>Reynolds number</i>
C <sub>B</sub>	=	Koefisien blok
C <sub>p</sub>	=	Koefisien prismatic
C <sub>m</sub>	=	Koefisien midship
C <sub>wp</sub>	=	Koefisien <i>water plane</i>
$\rho$	=	Massa jenis (kg/m <sup>3</sup> )
g	=	Percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
$\Delta$	=	<i>Displacement</i> kapal (ton)
$\nabla$	=	<i>Volume displacement</i> (m <sup>3</sup> )
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	=	<i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R <sub>T</sub>	=	Hambatan total kapal (N)
C <sub>tot</sub>	=	Koefisien total dari hambatan
WSA	=	Luasan permukaan basah (m <sup>2</sup> )
$\nu$	=	Koefisien viskositas kinematik (m <sup>2</sup> /s)
$\Theta$	=	Faktor interferensi gesek



$\sigma$	=	Faktor interferensi dari penambahan kecepatan
$\beta$	=	Faktor interferensi hambatan gesek
$\tau$	=	Faktor interferensi hambatan gelombang
$(1+\beta k)$	=	<i>Catamaran viscous resistance interference</i>
$C_w$	=	Koefisien hambatan gelombang
$C_F$	=	Koefisien hambatan gesek
$C_T$	=	Koefisien hambatan total
$\eta$	=	Koefisien dari efisiensi
EHP	=	<i>Effectif horse power</i> (hp)
THP	=	<i>Thrust horse power</i> (hp)
DHP	=	<i>Delivered horse power</i> (hp)
BHP	=	<i>Brake horse power</i> (hp)



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang Masalah**

Indonesia pada era pemerintahan yang baru ini mencanangkan untuk lebih memajukan sektor kemaritiman sebagai ujung tombak perekonomian Indonesia. Berbagai sektor yang bisa diperoleh dari sektor maritim mulai dikembangkan, selain untuk pemasukan negara juga sebagai ajang memperkenalkan keindahan alam laut Indonesia.

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar dengan memiliki garis pantai 81.000 km dan mempunyai total luas terumbu karang sekitar 60.000 km<sup>2</sup> yang terhampar dari ujung barat sampai ujung timur wilayah laut Indonesia, dan Indonesia merupakan rumah dari 1/8 dari jenis terumbu karang yang ada di dunia. Dari data dan fakta laut Indonesia dapat menjadi nilai jual tersendiri untuk dijadikan alat untuk menarik wisatawan lokal maupun asing untuk berwisata di wilayah laut Indonesia. (“<https://id.wikipedia.org>,” 2017)

Pariwisata Lombok bukan hanya mengandalkan Gunung Rinjani tapi juga sejumlah pantai yang terbentang disepanjang pulau Lombok. Kawasan pantai Senggigi selalu ramai oleh turis, baik yang sedang berenang dipinggiran pantai maupun yang sedang berjalan-jalan menyusuri kawasan pantai atau dengan menggunakan perahu sewaan. Pantai ini berjarak 6 km dari Bandara Selaparang, Mataram. Kawasan pantai sudah dilengkapi berbagai fasilitas seperti penginapan, tempat hiburan, hingga pasar seni yang menjual aneka barang seni produk lokal. Malam hari biasanya diadakan pertunjukan tari tradisional ditempat terbuka. Banyak wisatawan mancanegara terpesona oleh wisata lombok, selain pantainya yang berombak tenang dengan panorama yang indah, juga karena keindahan taman laut di Lombok. Keindahan wisata di Lombok selain dipantai Senggigi adalah kawasan pulau kecil yang terdiri dari Gili Air, Gili Meno, Gili Trawangan, pulau-pulau kecil ini terletak di sebelah barat laut pulau Lombok. Wisata yang ditawarkan di Pulau Lombok sangat beragam, wisata laut berupa *snorkling* dan *spot diving* yang menarik untuk dicoba. Selain itu juga terdapat 3 Gili yaitu Gili Trawangan, Gili Meno dan Gili Air masih mendominasi untuk dijadikan tempat *diving* dan *snorkeling* atau sekedar bersantai di tepian pantai.

Berdasarkan statistik yang penulis dapatkan dari *website* Dinas Perhubungan dan Pariwisata Provinsi Nusa Tenggara Barat, jumlah pengunjung Pulau Lombok selalu meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2008 tercatat sebanyak 544.501 pengunjung baik dari dalam maupun luar negeri. Pada tahun 2009 meningkat 13,75% menjadi 619.730 pengunjung. Pada tahun 2010 meningkat 17,12% menjadi 725.388 pengunjung. Pada tahun 2011 meningkat 22,26% menjadi 886.880 pengunjung. Pada tahun 2012 meningkat 31,15% menjadi 1.163.142 pengunjung. Pada tahun 2013 meningkat 16,72% menjadi 1.357.602 pengunjung. Dan survei terakhir pada tahun 2014 meningkat menjadi 1.629.122 2 pengunjung. Mayoritas wisatawan asing yang datang berkunjung ke Lombok adalah dari Perancis, Belanda dan Australia. Sedangkan, untuk wisatawan nusantara, Pulau Jawa masih mendominasi.(BPS Nusa Tenggara Barat, 2017)

Dengan jumlah pengunjung yang selalu meningkat seperti yang di tunjukkan data diatas maka membuktikan bahwa daya tarik di pulau ini semakin meningkat pula. Maka sudah selayaknya pemerintah setempat atau organisasi terkait mulai mensiasati pola perkembangan ini dengan cara berkaca dari negara negara yang sudah maju dalam mengelola pariwisata bahari. Dibutuhkan banyak inovasi yang mampu membuat wisatawan tetap memandang Pulau Lombok mempunyai pesona yang tidak kalah dengan wisata di tempat lain. Seperti contohnya Kapal *Yacht*. Karena sebagian besar Kapal *Yacht* yang ada pada saat ini di Pulau Lombok masih membeli dari luar negeri. Sehingga desain interiornya pun masih sama dengan etnik budaya dari negara lain.

Dengan permasalahan yang ada seperti diatas, maka penulis melakukan studi desain Kapal *Yacht* yang mampu menjadi solusi kebutuhan wisatawan di Pulau Lombok. Desain kapal yang dibuat nantinya akan berlayar di pulau dengan sejuta pesona tersebut. Selain berfungsi sebagai sarana pariwisata, kapal ini menggunakan desain interior etnik khas Pulau Lombok sehingga wisatawan terasa lebih nyaman dan mengenal budaya khas Pulau Lombok.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Sehubungan dengan latar belakang di atas permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana mendapatkan desain etnik *Yacht* yang sesuai dengan perairan Pulau Lombok:

1. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal yang sesuai dengan karakteristik perairan di Pulau Lombok?
2. Bagaimana mendesain *Linesplan* dan *General Arrangement* kapal *Yacht*?
3. Berapa biaya pembangunan kapal?

4. Bagaimana analisis ekonomi untuk pembangunan kapal wisata *Yacht* di perairan Pulau Lombok?

### **I.3. Batasan Masalah**

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Permasalahan yang dibahas lebih mengarah pada perencanaan kapal.
2. Hasil pengerjaan dari tugas akhir ini adalah desain *Lines Plan* dan *General Arrangement*, tanpa desain konstruksi kapal.
3. Masalah teknis (perancangan) yang dibahas hanya sebatas *concept design* serta analisis biaya pembuatan dan operasional.

### **I.4. Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh ukuran utama kapal *Yacht* yang sesuai dengan karakteristik perairan di Pulau Lombok.
2. Memperoleh perhitungan stabilitas, *freeboard*, trim, dan berat dari kapal yang sesuai dengan peraturan.
3. Memperoleh Rencana Garis (*lines Plan*) dan Rencana Umum (*General Arrangement*) dan sketsa 3D.
4. Mengetahui biaya pembangunan kapal serta analisis ekonomi pembuatan Kapal *Yacht*.

### **I.5. Manfaat Tugas Akhir**

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktek, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi untuk pengadaan kapal yang sesuai untuk menunjang proses pembangunan wisata bahari di Pulau Lombok.

### **I.6. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dari Tugas Akhir ini adalah:

Dengan dibuatnya desain Kapal *Etnik Yacht* yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik perairan di Pulau Lombok dapat meningkatkan pendapatan daerah dari sektor wisata.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1. Kapal Katamaran

Pada saat ini terdapat beberapa perkembangan bentuk badan kapal, diantaranya adalah bentuk lambung *multihulls*, yaitu kapal dengan jumlah lambung lebih dari satu. Salah satu contoh kapal *multihulls* yaitu katamaran. Seperti yang terlihat pada Gambar II.1, katamaran mempunyai lambung ganda atau disebut *twinhulls*. Kedua lambung katamaran dihubungkan dengan struktur *bridging*, yaitu struktur geladak diantara kedua lambung yang digunakan untuk memberikan kekuatan melintang pada kapal. Struktur *bridging* menjadi salah satu keuntungan katamaran karena menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*). Sehingga kemungkinan terjadi *slamming* dan *deck wetness* dapat dikurangi (Windia, 2016).



Gambar II.170 Sunreef Power  
Sumber: sunreef-yachts.com, 2017

Jika dilihat dari karakteristik bentuk lambungnya, katamaran memiliki bentuk lambung yang mirip dengan kapal *full monohull*. Karena ukuran lambung katamaran yang lebih kecil, maka volume benaman dan luas permukaan basah kapalnya relatif lebih kecil. Sedangkan jika dilihat dari karakteristik tahanan di air tenang, katamaran memiliki tahanan yang lebih kecil

daripada kapal *monohull*. Selain itu, tahanan tambahan akibat gelombang pada kapal katamaran relatif kecil dengan kualitas *seakeeping* yang bagus pada kecepatan 25-40 knots (Arianto, 2016).

Berikut adalah beberapa kelebihan dari katamaran, jika dibandingkan dengan kapal *monohull*;

- a. Luas geladak katamaran relatif lebih besar jika dibandingkan dengan kapal *monohull*.
- b. Dengan lebar kapal yang sama, besar tahanan gesek katamaran relatif lebih kecil daripada kapal *monohull*. Sehingga dengan tenaga dorong yang sama, besar kecepatan yang dihasilkan lebih besar.
- c. Dengan tahanan kecil, maka biaya produksi dan operasional pun menjadi lebih kecil.
- d. Stabilitas katamaran lebih baik daripada kapal *monohull*, sehingga tingkat keamanan lebih tinggi.
- e. Sudut oleng yang relatif rendah ( $0^{\circ}$ - $8^{\circ}$ ), sehingga meningkatkan rasa nyaman.
- f. Tidak perlu menggunakan *ballast* untuk menjaga stabilitas kapal.

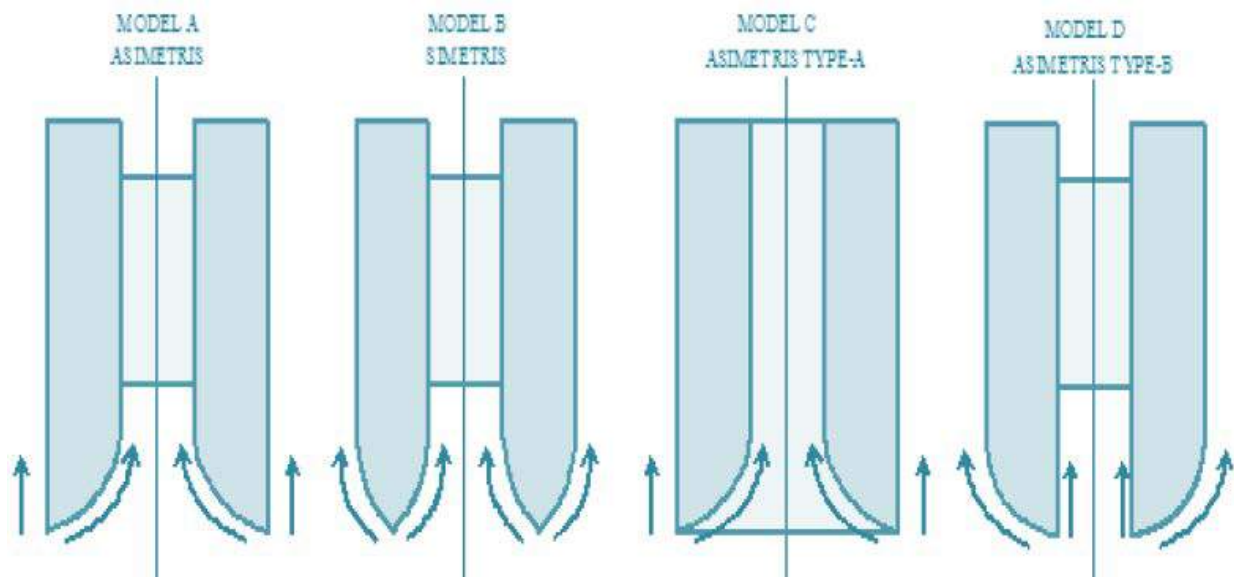
Meskipun memiliki banyak kelebihan, katamaran juga memiliki beberapa kekurangan;

- a. Teori dan standarisasi dari ukuran utama juga perhitungan struktur masih minim, karena katamaran merupakan teknologi baru.
- b. Teknik produksi katamaran relatif lebih rumit, sehingga membutuhkan keterampilan yang khusus.
- c. Dengan memiliki dua lambung, maka kemampuan *maneuver* katamaran kurang baik, jika dibandingkan dengan kapal *monohull*.

### **II.1.1. Jenis Lambung Katamaran**

Pemilihan jenis lambung yang tepat akan menentukan hasil akhir dari desain. Pemilihan jenis lambung tersebut didasarkan pada kondisi perairan daerah operasi kapal, dalam hal ini adalah perairan Kepulauan Seribu. Namun, sebelum menentukan jenis lambung yang digunakan, perlu dilakukan analisis terlebih dahulu terkait jenis lambung dengan aliran air yang dibentuk oleh model. Dalam hal ini, analisis dilakukan pada empat jenis lambung yaitu Model A-Model D, seperti yang terlihat pada gambar II.2 (Darmawan, 2012).





Gambar II.2 Model Jenis Lambung Katamaran  
Sumber: (Darmawan, 2012)

### Model A dan Model C

Model A dan Model C merupakan katamaran dengan lambung asimetris, badan kapal bagian dalam berbentuk *stream line*, sedangkan bagian luar berbentuk lurus. Pada dasarnya kedua model ini memiliki bentuk yang sama, yang membedakannya adalah luasan geladak Model A lebih kecil daripada luasan geladak Model C. Dengan model tersebut, aliran fluida yang dibentuk haluan kapal akan terkonsentrasi ke lambung bagian dalam kapal yang bergerak ke buritan kapal. Sedangkan aliran fluida pada lambung bagian luar akan bergerak lurus mengikuti bentuk badan kapal. Sehingga, tekanan air pada lambung bagian dalam akan berubah drastis daripada lambung bagian luar. Model ini cocok untuk dioperasikan di daerah sungai atau tempat yang banyak dikelilingi orang.

### Model B

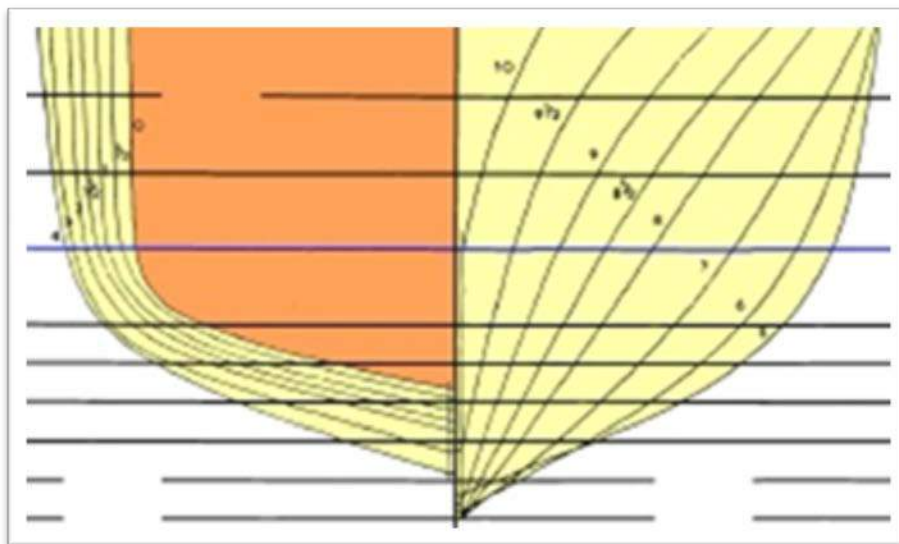
Model B merupakan katamaran dengan kedua lambung simetris, berbentuk *stream line*. Model ini diasumsikan sebagai dua kapal *monohull* yang dihubungkan pada jarak tertentu, sehingga sistem gelombang yang dibentukpun sama. Model B memungkinkan untuk menghasilkan dua jenis gelombang, yaitu gelombang divergen dan transversal. Kedua gelombang tersebut pada umumnya terdapat di dekat bagian haluan dan buritan kapal yang bergerak maju bersama badan kapal. Meskipun begitu, model B memiliki tekanan air relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan model asimetris. Sehingga hambatan yang dihasilkan pun relatif lebih kecil.

## Model D

Model D merupakan katamaran dengan lambung asimetris, badan kapal bagian dalam berbentuk lurus, sedangkan bagian luar berbentuk *stream line*. Dengan model tersebut, aliran fluida yang dibentuk haluan kapal akan terkonsentrasi ke lambung bagian luar kapal yang bergerak ke buritan kapal. Sedangkan aliran fluida pada lambung bagian dalam akan bergerak lurus mengikuti bentuk badan kapal. Sehingga, tekanan air pada lambung bagian luar akan berubah drastis dari lambung bagian dalam.

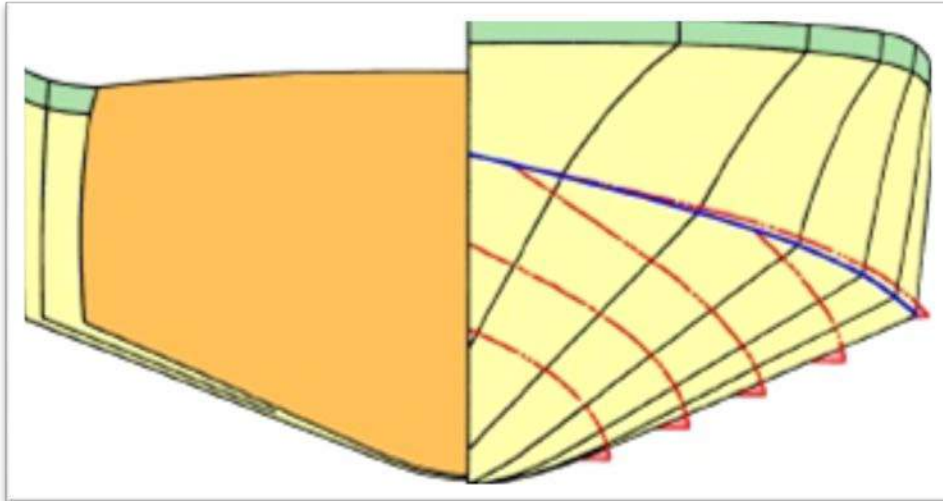
### II.1.2. Bentuk Lambung Katamaran

Setelah analisis terkait pemilihan jenis lambung dilakukan, maka dilakukan analisis lebih lanjut terkait bentuk lambung yang digunakan. Bentuk lambung katamaran pada umumnya dibedakan menjadi tiga, yaitu *round bilge*, *hard chine* dan *wave piercing*. Bentuk lambung *round bilge* pada umumnya memiliki bentuk yang lebih *smooth* jika dibandingkan dengan *hard chine*, namun membutuhkan waktu pengerjaan yang lebih lama. *Round bilge* juga menghasilkan gaya angkat yang lebih besar pada kecepatan tinggi, namun pada tahap desainnya diperlukan ketelitian yang tinggi pula. Jika hasil desain bentuk lambung *round bilge* kurang baik, maka akan dihasilkan trim dan penambahan hambatan pada kecepatan tinggi. Bentuk lambung *round bilge* dan *hard chine* dapat dilihat pada gambar II.3 dan gambar II.4.



Gambar II.3 *Body Plan Round Bilge*

Sumber: (Arianto, 2016)



Gambar II.4 *Body Plan Hard Chine*  
Sumber: (Arianto, 2016)

Sedangkan bentuk lambung *wave piercer* pada umumnya digunakan untuk kapal yang membutuhkan kecepatan tinggi dengan stabilitas yang baik. Kelebihan dari tipe ini adalah menghasilkan kondisi air dibawah permukaan yang lebih stabil dan mempunyai kualitas hidrodinamika yang lebih baik.

Berdasarkan analisis di atas, maka jenis lambung yang dipilih adalah model B, yaitu katamaran dengan bentuk kedua lambung yang simetris. Sedangkan bentuk lambung yang dipilih adalah *round bilge*.

## II.2. Tinjauan Umum *Yacht*

*Yacht* awalnya didefinisikan sebagai kapal layar ringan dan cepat yang digunakan untuk mengantar orang penting. Dalam perkembangan berikutnya, definisi berubah menjadi suatu kapal, selain dinghy, yang didorong oleh layar dan digunakan untuk pelayaran hobi dan/atau balap *yacht*. *Yacht* memiliki panjang yang bervariasi mulai dari 6 m (20 kaki) sampai 30m (98 kaki) atau lebih. Namun, kebanyakan *yacht* pribadi memiliki panjang sekitar 7 m hingga 14 m. Biaya pembuatan dan perawatan yacht naik drastis seiring dengan besarnya kapal.

Sebelumnya kapal-kapal layar hanya dijalankan dengan memanfaatkan angin dan melakukan pelayaran sesuai dengan mata angin yang berhembus sehingga untuk sampai ke tempat tujuan bisa menempuh waktu yang sangat lama. Namun seiring kemajuan zaman yang terus menerus mengubah dunia, maka digunakanlah mesin uap yang dinilai lebih cepat dalam mengarungi lautan atau samudera sehingga penumpang bisa tiba di tempat tujuan lebih awal.

Dengan menggunakan mesin uap, pelayaran dengan menggunakan kapal dinilai lebih praktis, ekonomis dan juga menyenangkan.

Tujuan awal sebenarnya adalah untuk memancing, banyaknya orang yang menggunakan kapal sebagai alat transportasi utama, karena saat itu kehadiran pesawat terbang juga sedikit banyak menjadi saingan bisnis kapal penumpang yang tentu saja mempengaruhi penumpang yang menggunakan kapal sebagai moda transportasi. Secara tidak langsung inovasi harus dilakukan agar kapal tetap mendapatkan tempat tersendiri di hati para penggunanya. Apalagi dahulu orang-orang yang menggunakan kapal layar hanya berasal dari kalangan rakyat biasa saja, tetapi juga para bangsawan dan penumpang dari golongan atas yang menginginkan fasilitas mewah di dalam kapal, sehingga mereka dapat melakukan perjalanan lebih nyaman seperti di rumah sendiri. Tak heran jika akhirnya kapal penumpang seperti ini dikenal dengan sebutan kapal pesiar atau *luxury yacht*.

Seperti yang kita tahu, bahwa kapal pesiar memang kapal penumpang. Namun yang menjadi pembedanya dengan kapal penumpang lainnya, adalah penumpang kapal pesiar biasanya berlayar untuk menghabiskan waktu luang sambil menikmati berbagai fasilitas di atas kapal. Karenanya kapal pesiar dilengkapi dengan fasilitas layaknya di hotel seperti kolam renang, bar, arena bermain, arena olahraga, kamar tidur, arena kasino, arena pertunjukan hiburan, tempat belanja serta balkon yang bisa digunakan untuk sekadar duduk santai sambil menikmati sinar matahari atau berjemur.

Satu hal lagi yang menjadi pembedanya yaitu kapal pesiar biasanya memiliki rute pelayarannya sendiri, bahkan tidak jarang rute tersebut hanya melakukan perjalanan dan kemudian kembali ke pelabuhan saat keberangkatannya. Lamanya rute perjalanan yang ditempuh oleh kapal pesiar sangat bervariasi mulai dari beberapa hari bahkan berbulan-bulan, tergantung dari jarak yang dilaluinya. Untuk mengisi waktu saat berlayar, biasanya para penumpang akan memanjakan diri dengan menikmati fasilitas super mewah tersebut. Karenanya berlayar dengan kapal pesiar sangat digandrungi oleh seseorang yang ingin menikmati waktu liburan dengan cara yang berbeda.

Saat ini telah banyak kapal pesiar yang tidak hanya berfungsi sebagai media transportasi laut, tetapi juga salah satu bentuk dari wisata air yang bisa dinikmati oleh siapa saja tentu dalam ukuran yang lebih kecil tetapi dengan tetap mempertahankan kenyamanan serta kemewahannya. (<http://planetkapal.com>, 2012)

### II.3. Desain Kapal

Jenis lambung kapal selain dibedakan secara umum seperti yang dijelaskan pada sub bab sebelumnya, juga dibedakan menurut jumlah lambungnya (*demihull*). Pembagian jenis lambung menurut jumlahnya ada 2 macam yaitu monohull dan multihull.

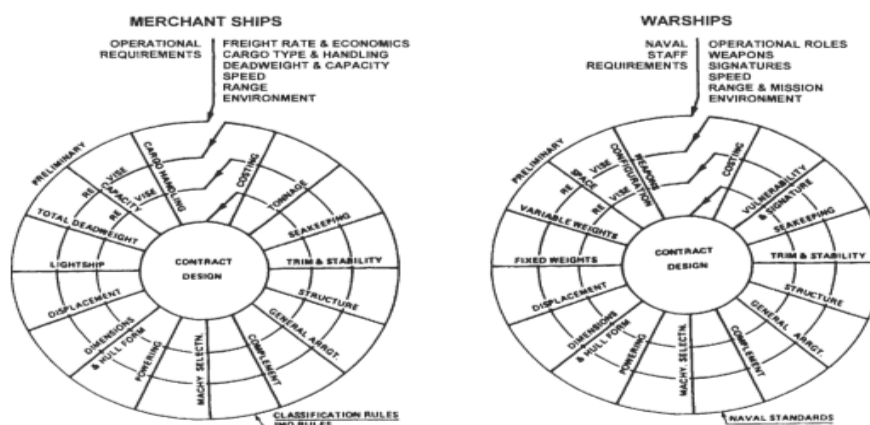
#### II.3.1. Proses Desain

Proses desain adalah serangkaian kegiatan dan kumpulan pedoman yang membantu desainer dalam mendefinisikan tahap awal, dari memvisualisasikan di dalam imajinasinya hingga merealisasikannya dalam bentuk nyata. Kemampuan untuk mendesain membutuhkan *science* dan *art*. *Science* dapat dipelajari dari proses yang sistematis, pengalaman, dan teknik penyelesaian masalah. *Art* dapat dipelajari dengan melakukan latihan dan dedikasi total untuk menjadi pandai (Haik & Shanin , 2011). Sedangkan desain dari sebuah alat ataupun sistem dapat dilakukan melalui beberapa cara,yaitu;

- Invention*, merupakan sebuah eksploitasi dari ide-ide asli untuk menciptakan suatu desain yang baru.
- Innovation*, merupakan pembaharuan atau rekayasa dari sebuah desain terhadap produk yang telah ada.

#### II.3.2. Tahapan Desain

Desain kapal pada umumnya dibagi menjadi empat tahap, yaitu *Concept Design*, *Preliminary Design*, *Contract Design*, dan *Detail Design*. Sedangkan untuk proses desainnya diilustrasikan dalam bentuk *Spiral Design*, seperti yang terlihat pada Gambar II.9. Artinya, dalam proses desain kapal dibutuhkan proses yang berulang-ulang untuk mendapatkan hasil optimal dengan cara mengatur dan menyeimbangkan parameter-parameter yang terkait (Watson, 1998).



## Gambar II.5 *The Spiral Diagram*

Sumber: (Watson, 1998)

### ***Concept Design***

*Concept Design* atau konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner's Requirement*. Konsep desain kapal adalah tugas atau misi desainer untuk mendefinisikan sebuah objek agar memenuhi persyaratan pemilik dan mematuhi peraturan yang berlaku. Konsep dapat dibuat melalui rumus pendekatan, kurva, ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal, biaya peralatan, serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa gambar atau sketsa, baik sebagian ataupun secara lengkap.

### ***Preliminary Design***

*Preliminary Design* merupakan tahapan kedua dalam proses desain. *Preliminary Design* adalah usaha teknis selanjutnya yang akan memberikan lebih banyak detail dari konsep desain. Dalam hubungannya dengan diagram spiral, *Preliminary Design* merupakan iterasi kedua atau bisa disebut sebagai lintasan kedua pada diagram spiral. Detail desain yang dimaksud adalah fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Contoh dari penambahan detail adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian *midship* kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain.

### ***Contract Design***

*Contract Design* merupakan tahap ketiga dalam proses desain. *Contract Design* adalah tahap pengembangan desain kapal dalam bentuk yang lebih mendetail, memungkinkan untuk memberikan kemudahan pembangun kapal dalam memahami kapal yang akan dibuat, dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal. Tujuan utama kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya, dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian produksi antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Adapun komponen dari *contract drawing* dan *contract specification*, yaitu *Arrangement drawing*, *Structural drawing*, *Structural details*, *Propulsion arrangement*, *Machinery selection*, *Propeller selection*, *Generator selection*, dan *Electrical selection*, yang disebut sebagai *key plan drawing*. *Key plan drawing* harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal.

## ***Detail Design***

*Detail Design* adalah tahap terakhir dari proses desain kapal. Pada tahap ini, hasil dari tahap-tahap sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang lebih mendetail secara menyeluruh. Tahapan ini mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari tahap ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk proses produksi.

### **II.3.3. *Parametric Design Approach***

*Parametric Design Approach* adalah salah satu metode dalam mendesain kapal dengan menggunakan parameter (L, B, T, D, CB, dan sebagainya) sebagai ukuran utama. Ukuran utama tersebut ditentukan dari hasil regresi linier (*trend line/curve*) atau *range ratio* parameter yang digunakan. Konsep desain *glass bottom catamaran* dalam Tugas Akhir ini adalah kombinasi dari proses regresi linier dan *range ratio* parameter. Dalam penentuan ukuran utama desain, dikumpulkan beberapa kapal pembanding untuk regresi linier, dan dipastikan dalam rentang rasio yang berlaku.(Parsons, 2003).

Ukuran utama yang diperoleh akan digunakan sebagai ukuran utama awal dalam perhitungan teknis, yang disebut *initial hull dimension*. *Initial hull dimension* dapat berubah jika hasil perhitungan teknis yang dilakukan tidak memenuhi regulasi yang berlaku. Sedangkan rentang rasio yang digunakan mengacu pada *Jurnal M. Insel dan A.F Molland*, seperti pada Tabel II. 1

Tabel II. 1 *Range Ratio* Menurut Jurnal M. Insel dan A.F Molland

Parameter	Range Ratio
$L/B_1$	$6 < L/B_1 < 11$
$L/H$	$6 < L/B_1 < 11$
$B/H$	$0.7 < B/H < 4.1$
$S/L$	$2 < S/L < 0.5$
$S/B_1$	$1 < S/B < 4$
$B_1/T$	$1 < B/T < 3$
$B_1/B$	$0.15 < B_1/B < 0.3$
$C_B$	$0.36 < CB < 0.59$

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

❖  **$L/B_1$**

Rasio panjang-lebar *demihull* dapat digunakan untuk memastikan bahwa ukuran L dan B<sub>1</sub> awal sudah memenuhi dalam batasan rasio ataupun digunakan sebagai salah satu metode untuk mengestimasi ukuran L atau B<sub>1</sub>. Nilai rasio L/B<sub>1</sub> berpengaruh pada besarnya hambatan yang terbentuk dan kemampuan *maneuver*.

❖ **L/H**

Rasio panjang-tinggi kapal dapat digunakan untuk memastikan bahwa ukuran L dan H awal sudah memenuhi dalam batasan rasio ataupun digunakan sebagai salah satu metode untuk mengestimasi ukuran L atau H. Nilai rasio L/H berpengaruh pada besarnya kekuatan memanjang kapal.

❖ **B/H**

Rasio lebar-tinggi kapal dapat digunakan untuk memastikan bahwa ukuran B dan H awal sudah memenuhi dalam batasan rasio ataupun digunakan sebagai salah satu metode untuk mengestimasi ukuran B atau H. Nilai rasio B/H berpengaruh pada besarnya stabilitas transversal kapal.

❖ **B<sub>1</sub>/T**

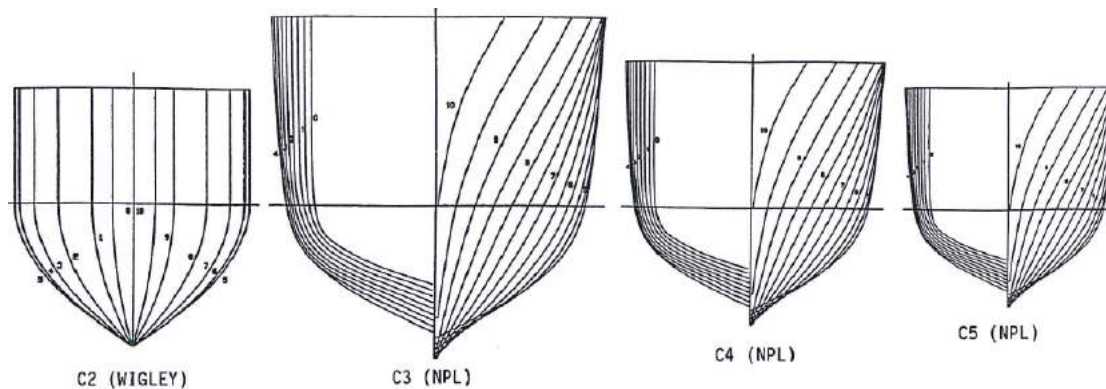
Rasio lebar *demihull*-sarat kapal dapat digunakan untuk memastikan bahwa ukuran B<sub>1</sub> dan T awal sudah memenuhi dalam batasan rasio ataupun digunakan sebagai salah satu metode untuk mengestimasi ukuran B<sub>1</sub> atau T. Nilai rasio B<sub>1</sub>/T berpengaruh pada besarnya hambatan gelombang, stabilitas transversal, dan luas permukaan basah kapal.

#### **II.4. Hambatan Kapal Berdasarkan M. Insel dan A. F Molland**

Kebutuhan kapal penumpang atau kapal wisata berukuran kecil semakin meningkat selama dua dekade terakhir. Berbagai bentuk lambung pun berkembang untuk mendapatkan desain yang lebih baik. Konsep katamaran adalah salah satu bentuk lambung yang dikembangkan, dengan berbagai kelebihan seperti yang dipaparkan dan karakteristik hambatan berbeda. Karakteristik hambatan katamaran berbeda dengan kapal *monohull* karena efek interferensi antar *demihull* sebagai tambahan hambatan. Interferensi katamaran dibedakan menjadi dua, yaitu interferensi gesek yang disebabkan oleh aliran asimetris di sekitar *demihull* dan interferensi gelombang yang disebabkan oleh interaksi gelombang di sekitar *demihull* (Insel & Molland, 1992).



Karenanya, terdapat beberapa percobaan untuk mendeskripsikan komponen hambatan yang dimiliki, salah satunya adalah M. Insel dan A. F Molland. Jurnal M. Insel dan A. F Molland diaplikasikan untuk *High Speed Displacement* dan *Semi Speed Displacement Catamaran* dengan jenis lambung simetris. Selama percobaan dilakukan dibutuhkan empat model berbeda, yaitu satu model dengan jenis lambung *Wigley* dan tiga model dengan jenis lambung *Round Bilge NPL series*, seperti yang terlihat pada Gambar II.10. Yang membedakan dari tiga model jenis lambung *Round Bilge NPL series* adalah rasio  $L/B_1$ , yaitu 7, 9, dan 11 (Insel & Molland, 1992).



Gambar II.6 Model Lambung M. Insel & A. F Molland  
Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Berdasarkan hasil percobaan tersebut, diperoleh persamaan sebagai berikut;

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana;

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

Dalam percobaan yang dilakukan, diperoleh juga persamaan koefisien dari hambatan total katamaran, yaitu;

$$C_{tot} = (1 + \Theta k) \sigma C_F + \tau C_W \dots \dots \dots (2.2)$$

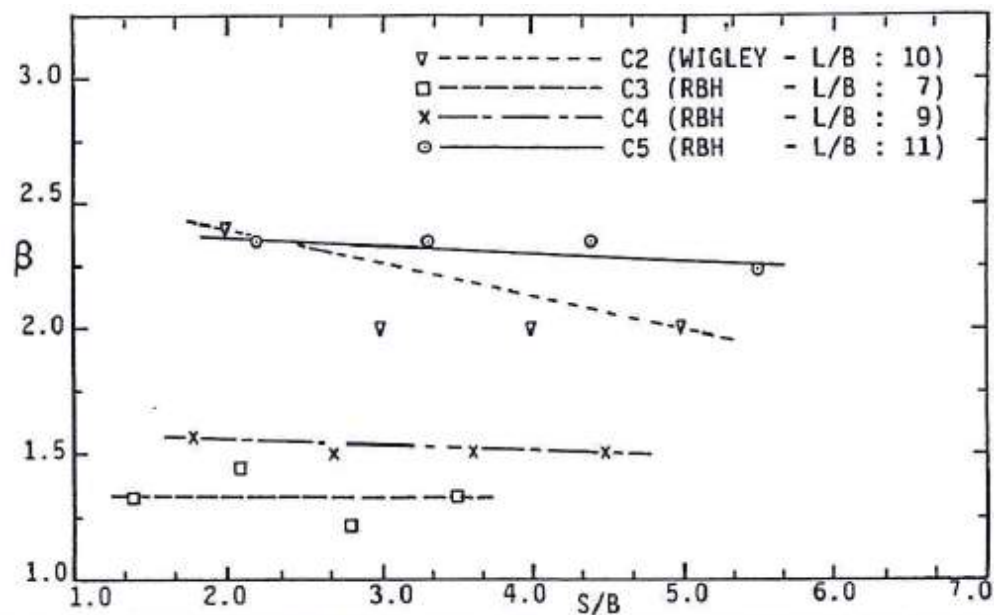
#### II.4.1. Koefisien $\beta$

Untuk menyederhanakan dan memudahkan perhitungan, M. Insel dan A. F Molland menggabungkan faktor  $\Theta$  dan  $\sigma$  menjadi faktor  $\beta$ . Sehingga persamaan baru yang diperoleh adalah;

$$C_{tot} = (1 + \beta k) C_F + \tau C_W \dots \dots \dots (2.3)$$

Berdasarkan hasil percobaannya, faktor  $\beta$  adalah koefisien yang tidak dipengaruhi oleh kecepatan, namun dipengaruhi oleh rasio  $L/B_1$  dan  $S/B_1$ . Nilai  $\beta$  akan meningkat sebanding

dengan besarnya  $L/B_1$ , dan berbanding terbalik dengan besarnya  $S/B_1$ , seperti yang terlihat pada Gambar II.11 (Insel & Molland, 1992).



Gambar II.7 Variasi Koefisien Interferensi Gesek dengan  $S/B_1$   
Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Tahap selanjutnya adalah dilakukan pengukuran grafik dan interpolasi (jika diperlukan).

Setelah diperoleh koefisien  $\beta$ , tahap selanjutnya diperlukan faktor  $(1+k)$  untuk mendapatkan besarnya  $(1+\beta k)$ .

Tabel II. 2 Nilai Faktor  $(1+k)$

Model	C2	C3	C4	C5
$1+k$	1.1	1.45	1.3	1.17

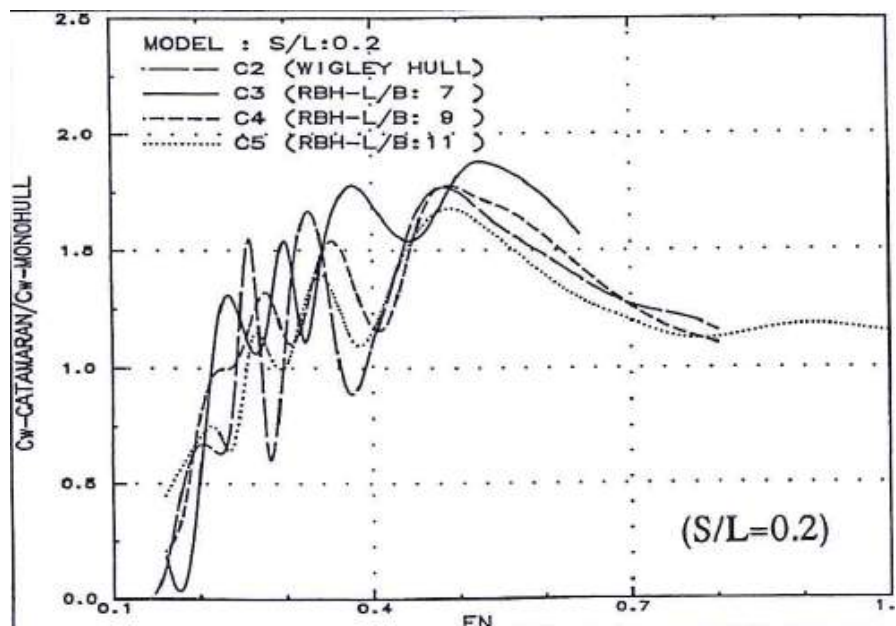
Sumber: (Insel & Molland, 1992)

$(1+k)$  adalah koefisien koreksi bentuk *demihull* katamaran. Berdasarkan percobaan, diperoleh data seperti yang terlihat pada Tabel II. 2.

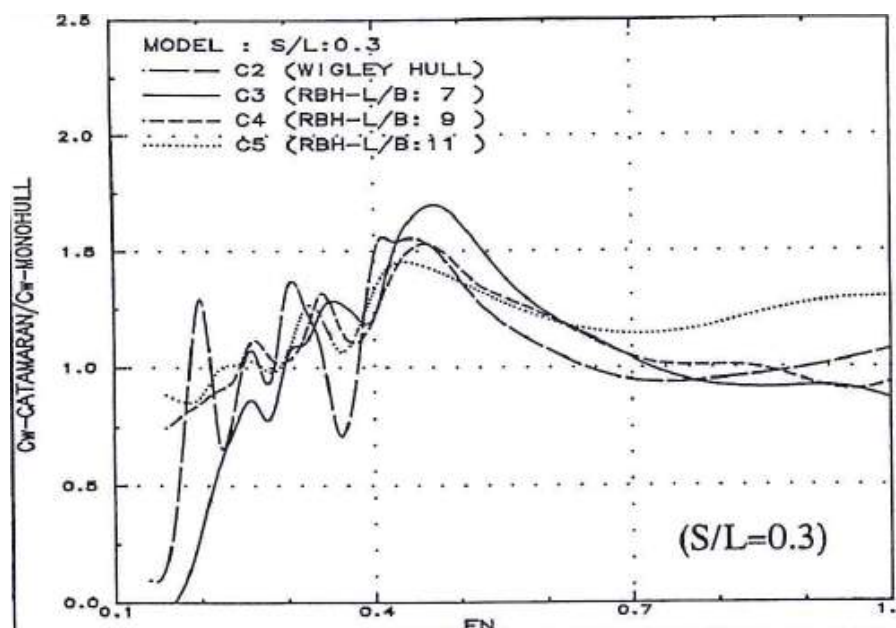
#### II.4.2. Koefisien $\tau$

Koefisien  $\tau$  adalah faktor interferensi gelombang yang dipengaruhi oleh rasio  $S/L$ . Menurut percobaan M. Insel dan A. F Molland, semakin besar jarak antar *demihull* atau nilai rasio  $S/L$  yang tinggi, nilai koefisien  $\tau$  akan berkurang. Percobaan yang dilakukan menghasilkan empat grafik berbeda berdasarkan rasio  $S/L$  kapal, seperti yang terlihat pada Gambar II.8 - Gambar

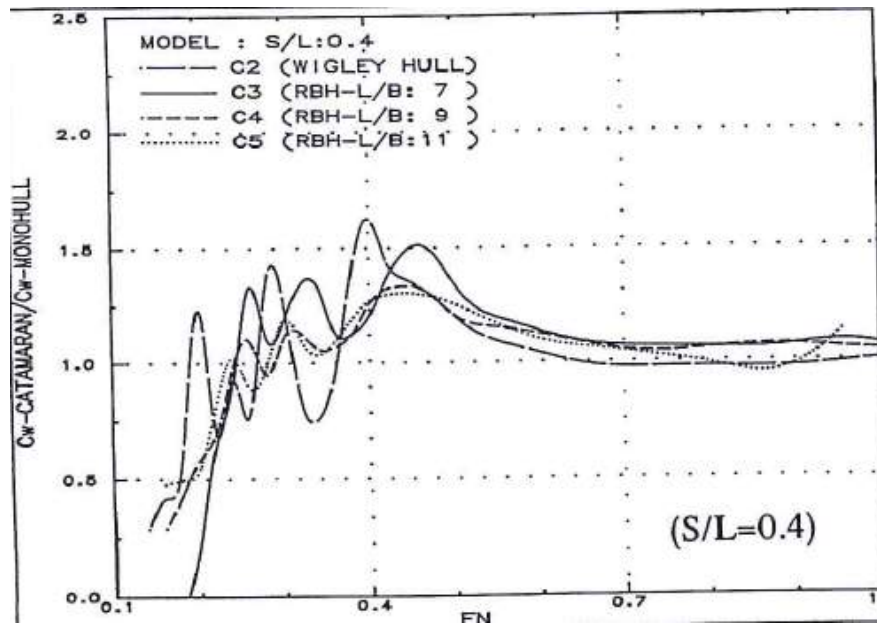
II.11. Setelah rasio  $S/L$  dan  $L/B1$  kapal diketahui, maka nilai  $\tau$  bisa didapatkan dengan pengukuran pada grafik dan interpolasi jika diperlukan (Insel & Molland, 1992).



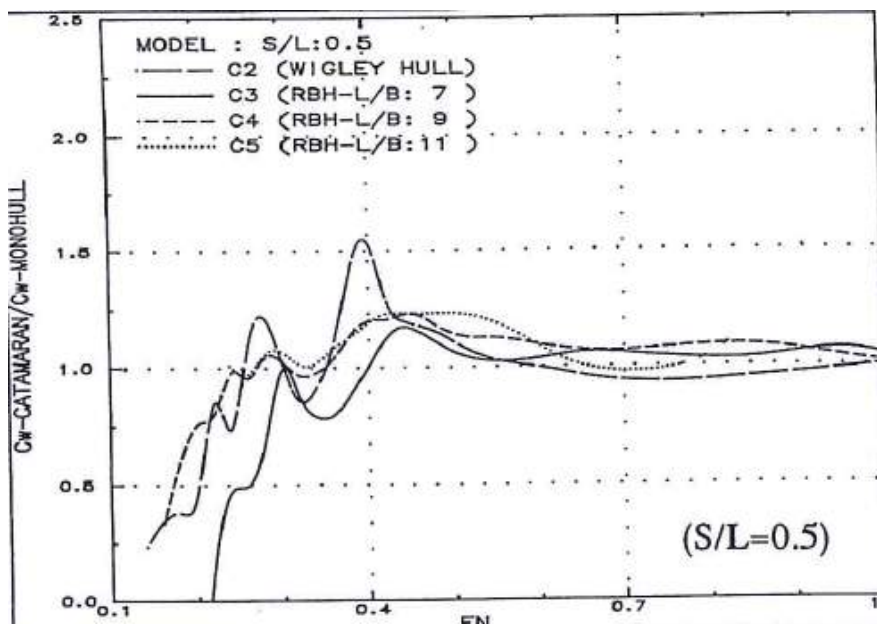
Gambar II.8 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan  $S/L = 0.2$   
Sumber: (Insel & Molland, 1992)



Gambar II.9 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan  $S/L = 0.3$   
Sumber: (Insel & Molland, 1992)



Gambar II.10 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan  $S/L = 0.4$   
 Sumber: (Insel & Molland, 1992)



Gambar II.11 Variasi Koefisien Interferensi Gelombang dengan  $S/L = 0.5$   
 Sumber: (Insel & Molland, 1992)

#### II.4.3. Koefisien $C_F$

Semua fluida memiliki viskositas, dan viskositas tersebut menimbulkan gesekan. Viskositas adalah ukuran tahanan fluida terhadap pergeseran ketika fluida tersebut bergerak. Penting tidaknya gesekan yang dihasilkan ditentukan dari jenis fluida dan pola alirannya. Dalam hal ini, kapal yang bergerak melewati aliran air laut dapat menimbulkan gesekan yang dapat menghambat gerak kapal, sehingga besarnya gesekan tersebut harus dihitung (Watson G. D.,

1998). Menurut D. G. M Watson, besarnya hambatan gesek dipengaruhi oleh koefisien gesek (CF) yang dapat dihitung melalui persamaan berikut;

$$CF = 0.075 / (\log Rn - 2)^2 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana;

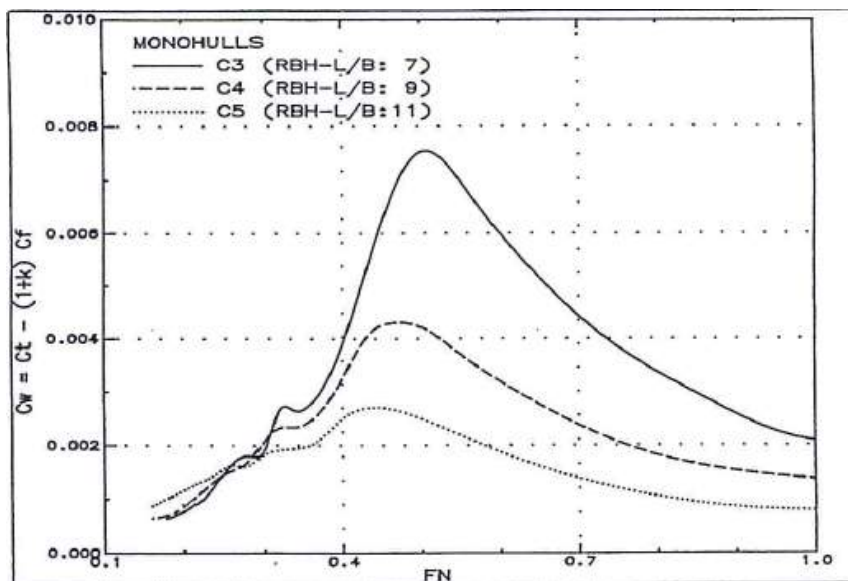
$$Rn = Lwl \times Vs / \nu \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan;

$$\nu : 1.188 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

#### II.4.4. Koefisien $C_w$

Hambatan gelombang adalah hambatan yang terjadi akibat interaksi gelombang air laut dengan kapal yang menghasilkan sistem gelombang. Sistem gelombang terbentuk akibat adanya variasi tekanan air pada lambung ketika kapal bergerak dengan kecepatan tertentu. Menurut M. Insel dan A. F Molland, besarnya koefisien gelombang diperoleh dari interpolasi besarnya *Froude number* dengan variasi  $L/B_1$ , seperti yang terlihat pada Gambar II.12.



Gambar II.12 Variasi Koefisien Gelombang dengan  $L/B_1$   
Sumber: (Insel & Molland, 1992)

#### II.5. Lambung Timbul (*Freeboard*) Berdasarkan Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia

*Freeboard* adalah selisih antara tinggi kapal dengan sarat kapal muatan penuh yang diukur pada sarat musim panas (*Summer Freeboard*). *Freeboard* bertujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, kru, muatan, dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki

*freeboard* tinggi, maka daya apung cadangan yang diberikan pun besar, sehingga kapal memiliki sisa pengapungan jika terjadi kerusakan. Peraturan *freeboard* mengacu pada peraturan yang dibuat *International Maritime Organization* (IMO) melalui *International Convention on Load Lines* (ICLL 1996/1988). Peraturan ini berlaku untuk kapal-kapal yang melakukan pelayaran internasional, kapal-kapal yang terdaftar pada suatu pemerintah yang menandatangani ICLL, dan kapal-kapal tak terdaftar yang mengibarkan bendera suatu pemerintah yang menandatangani ICLL tersebut. Namun, konvensi ini tidak dapat diterapkan pada semua kapal. Berdasarkan Artikel V dari ICLL, terdapat beberapa kapal yang dikecualikan dari konvensi ini, yaitu kapal perang, kapal baru dengan panjang kurang dari 24 meter, kapal sekarang dengan ukuran kurang dari 150 GT, kapal pesiar yang tidak digunakan untuk perdagangan, dan kapal penangkap ikan (Kurniawati H. A., 2014).

Karena kapal yang sedang didesain berukuran kurang dari 24 meter, maka perhitungan *freeboard* mengacu pada Bab VI-Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia. Peraturan tersebut berlaku untuk kapal dengan berbagai tipe, berbagai ukuran, dan kapal yang beroperasi di perairan Indonesia. Yang dimaksud dengan kapal berbagai tipe adalah kapal tipe A dan kapal tipe B. Kapal tipe A adalah kapal yang didesain hanya untuk mengangkut kargo curah cair, kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka karena tangki kargo hanya memiliki lubang akses kecil yang ditutup dengan aluminium atau bahan lain yang setara. Sedangkan, kapal tipe B adalah kapal-kapal selain tipe A (Kementerian Perhubungan, 2009).

Panjang kapal menurut peraturan Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia (NCVS) adalah ukuran terpanjang dari *Length of Perpendicular* (Lpp) dan 96% *Length of Waterline* (Lwl) pada 85% dari tinggi *moulded*. Sedangkan lebar kapal menurut peraturan ini adalah lebar *moulded* kapal pada *midship*. Karena terdapat dua tipe kapal, maka perhitungan ukuran awal *freeboard* dibedakan menjadi dua. Ukuran awal *freeboard* dibedakan berdasarkan ukuran panjang kapal (Kementerian Perhubungan, 2009). Kapal tipe A dengan ukuran panjang kurang dari 50 meter memiliki persamaan berikut;

$$Fb_1 = 0.5 L \dots\dots\dots(2.6)$$

Sedangkan kapal tipe A dengan ukuran panjang lebih dari 50 meter memiliki persamaan berikut;

$$Fb_1 = 0.8 (L/10)^2 + (L/10) + 10 \dots\dots\dots(2.7)$$

Kapal tipe B dengan ukuran panjang kurang dari 50 meter memiliki persamaan berikut;

$$Fb_1 = 0.8 L \dots\dots\dots(2.8)$$

Sedangkan kapal tipe B dengan ukuran panjang lebih dari 50 meter memiliki persamaan berikut;

$$Fb_1 = (L/10)^2 + (L/10) + 10 \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana;

L = Panjang kapal

Setelah diperoleh ukuran awal *freeboard*, maka diperlukan beberapa koreksi untuk mendapatkan ukuran *freeboard* akhir. Koreksi tersebut dibedakan menjadi tiga, yaitu koreksi Koefisien Blok, koreksi tinggi kapal, dan koreksi bangunan atas.

### **Koreksi Koefisien Blok ( $C_B$ )**

Koreksi  $C_B$  dilakukan untuk kapal dengan  $C_B$  lebih dari 0.68. *Freeboard* kapal dengan  $C_B$  lebih dari 0.68 harus dikalikan dengan persamaan berikut;

$$Fb_2 = 0.68 + C_B / 1.3 \dots\dots\dots(2.10)$$

### **Koreksi Tinggi Kapal ( $H$ )**

Koreksi tinggi kapal dilakukan untuk kapal dengan  $H$  lebih dari  $L/15$  yang dibedakan menjadi tiga berdasarkan ukuran panjang kapal. Kapal dengan ukuran panjang kurang dari 50 meter, besar *freeboard* ditambahkan dengan persamaan berikut;

$$Fb_3 = 20 (H - L / 15) \dots\dots\dots(2.11)$$

Kapal dengan ukuran panjang antara 50-100 meter, besar *freeboard* ditambahkan dengan persamaan berikut;

$$Fb_3 = (0.1 L + 15) \times (H - L / 15) \dots\dots\dots(2.12)$$

Sedangkan kapal dengan ukuran panjang lebih dari 100 meter, besar *freeboard* ditambahkan dengan persamaan berikut;

$$Fb_3 = 25 (H - L / 15) \dots\dots\dots(2.13)$$

### **Koreksi Bangunan Atas**

Bangunan atas adalah bangunan dengan lebar setempat lebih dari 96% dari lebar *moulded* kapal. *Freeboard* kapal yang memiliki bangunan atas harus dikurangi dengan persamaan berikut;

$$Fb_4 = 50 \sum (l_s h_s) / L \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana;

$l_s$  = Panjang bangunan atas

$h_s$  = Tinggi bangunan atas

Setelah koreksi-koreksi tersebut dilakukan, maka didapatkan hasil *freeboard* standar. Selanjutnya besarnya *freeboard* aktual dibandingkan dengan besarnya *freeboard* standar dan *freeboard* minimum yang disyaratkan. Untuk kapal tipe A, *freeboard* minimum setelah koreksi adalah 5 cm. Sedangkan untuk kapal tipe B, *freeboard* minimum setelah koreksi adalah 15 cm. Jika *freeboard* aktual memiliki nilai lebih besar dari *freeboard* standar, maka besar *freeboard* aktual sudah memenuhi peraturan. Jika besar *freeboard* aktual memiliki nilai lebih kecil dari *freeboard* standar, maka nilai *freeboard* yang digunakan adalah *freeboard* standar yang dibandingkan dengan besarnya *freeboard* minimum (Kementerian Perhubungan, 2009).

## **II.6. Trim dan Stabilitas Kapal**

Perhitungan trim merupakan syarat mutlak dalam desain sebuah kapal. Suatu kapal dapat dikatakan layak untuk berlayar jika telah memenuhi beberapa persyaratan, salah satu yang disyaratkan adalah besarnya kondisi trim kapal. Dalam hal ini, standar yang digunakan mengacu pada peraturan Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia. Untuk kapal non konvensi dengan  $L \leq 45$  m, besar trim maksimum 0.3 m (Kementerian Perhubungan, Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia Bab II, 2009). Selain besarnya trim, stabilitas kapal pun dibatasi dalam persyaratan stabilitas. Pada Tugas Akhir ini dilakukan perhitungan stabilitas utuh (*intact stability*).

Definisi stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali pada kedudukan setimbang dalam kondisi air tenang ketika kapal mendapat gaya luar. Perhitungan stabilitas digunakan untuk mengetahui kemampuan kembalinya kapal pada kedudukan semula jika mendapat gaya luar (Athoillah, 2015). Keseimbangan statis suatu benda dibedakan menjadi tiga macam, yaitu;

### **Keseimbangan Stabil**

Kondisi ketika benda mendapat kemiringan akibat adanya gaya luar, kemudian kembali pada kondisi semula setelah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal, maka letak titik G (*centre of gravity*) berada dibawah titik M (*metacentre*).

### **Keseimbangan Labil**

Kondisi ketika benda mengalami kemiringan akibat adanya gaya luar, kemudian kedudukan benda akan cenderung berubah lebih banyak dari kedudukan semula setelah gaya



tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal, maka letak titik G berada diatas titik M.

### Keseimbangan Indifferent

Kondisi ketika benda mengalami kemiringan sedikit dari kedudukannya akibat adanya gaya luar, kemudian benda tetap pada kedudukan yang baru meskipun gaya tersebut telah hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal, maka letak titik berat G berhimpit dengan titik M.

Kapal harus mempunyai stabilitas yang baik dan harus mampu menahan semua gaya luar yang mempengaruhinya hingga kembali pada keadaan seimbang. Berikut adalah hal-hal yang berperan penting dalam stabilitas;

- Titik G (*gravity*), yaitu titik berat kapal.
- Titik B (*buoyancy*), yaitu titik tekan keatas akibat air yang dipindahkan akibat badan kapal yang tercelup.
- Titik M (*metacentre*), yaitu titik perpotongan antara *vector* gaya tekan keatas pada keadaan tetap dengan *vector* gaya tekan keatas pada sudut oleng.

Sedangkan kemampuan daya apung kapal adalah kemampuan kapal untuk mendukung gaya berat yang dibebankan dengan tekanan hidrostatik yang bekerja di bawah permukaan air dan memberikan daya dukung dengan gaya angkat statis pada kapal. Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standar keselamatan pelayaran.

Dalam hal ini, standar yang digunakan mengacu pada *Intact Stability (IS) Marine Guidance Note (MGN)280 Chapter 11 Section 3.7*. Peraturan tersebut digunakan untuk kapal berukuran  $\leq 24$  m yang mengangkut penumpang, kargo, ataupun *pilot boat*(*Maritime and Coastguard Agency*, 2005). Berikut adalah kriteria-kriteria yang disyaratkan;

- ❖ Jika lengan GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 15^\circ$ , maka luas kurva di bawah lengan pengembali  $GZ \geq 0.085$  m.rad (4.870 m.deg). Jika lengan GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 15-30^\circ$ , maka luas kurva di bawah lengan pengembali  $GZ \geq A = 0.055 + 0.002 (30-\Theta \text{ GZ Max})$  m.rad. Jika lengan GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 30^\circ$ , maka luas kurva di bawah lengan pengembali  $GZ \geq 0.055$  m.rad (3.151 m.deg).
- ❖ Luas kurva di bawah lengan pengembali  $GZ \theta = 30^\circ-40^\circ \geq 0.03$  m.rad (1.719 m.deg).
- ❖ Lengan pengembali GZ pada  $\theta = 30^\circ$  tidak boleh kurang dari 0.200 m.
- ❖ Lengan pengembali tidak boleh kurang dari  $15^\circ$ .

- ❖ Tinggi titik metacenter awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.35 m.

## **II.7. Analisis Ekonomis**

Secara umum dalam perhitungan keekonomian kapal, dapat dibagi menjadi 3 elemen utama, yaitu; biaya produksi, biaya operasional dan kelayakan investasi.

### **II.7.1. Biaya Produksi**

Biaya produksi kapal pada umumnya didominasi oleh biaya berat aluminium, biaya permesinan, biaya perlengkapan, dan biaya peralatan kapal. Selain itu, terdapat biaya tambahan yang tidak berhubungan dengan berat kapal, yaitu biaya koreksi.

#### **Biaya Struktur Kapal**

Perhitungan biaya struktur kapal bisa dilakukan jika berat total aluminium yang dibutuhkan untuk membangun kapal sudah diketahui. Perhitungan biaya berat aluminium berdasarkan harga pelat aluminium yang dijual pada saat ini.

#### **Biaya Permesinan Kapal**

Perhitungan biaya permesinan didasarkan pada kebutuhan kapal. Setelah dilakukan pemilihan mesin, tahap selanjutnya adalah dipastikannya harga-harga dari komponen permesinan tersebut dan dilakukan perhitungan biaya permesinan secara keseluruhan.

#### **Biaya Perlengkapan Kapal**

Perhitungan biaya perlengkapan didasarkan pada kebutuhan kapal. Setelah dilakukan pemilihan, tahap selanjutnya adalah dipastikannya harga-harga dari komponen perlengkapan tersebut, dan dilakukan perhitungan biaya perlengkapan secara keseluruhan.

#### **Biaya Koreksi**

Setelah didapatkan seluruh biaya produksi, biaya tersebut ditambahkan biaya koreksi yang terdiri dari biaya keuntungan galangan sebesar 5% dari biaya produksi, biaya untuk inflasi sebesar 2% dari biaya produksi, dan biaya tak terduga sebesar 10% dari biaya produksi. (Watson G. D., 1998), (Gustian, 2012).

### II.7.2. Biaya Operasional

Biaya operasional kapal didasarkan dari pola pengoperasian kapal yang didesain serta rute yang ditentukan. Secara umum, biaya operasional kapal dibagi menjadi dua, yaitu biaya operasional tetap dan biaya operasional berubah.

#### Biaya Operasional Berubah

Biaya Operasional Berubah merupakan biaya yang berfluktuasi secara proporsional dengan kuantitas *output*. Artinya, biaya yang dikeluarkan akan meningkat ataupun berkurang dan sebanding dengan jumlah operasi kapal yang dilakukan. Contoh dari jenis biaya ini adalah biaya bahan bakar.

#### Biaya Operasional Tetap

Biaya Operasional Tetap merupakan biaya yang tidak berubah meskipun kuantitas *output* ditambahkan. Artinya, biaya yang dikeluarkan pemilik kapal tidak akan bertambah meskipun jumlah operasi kapal bertambah. Contoh dari jenis biaya ini adalah biaya pinjaman produksi per tahun, biaya reparasi dan perawatan kapal sebesar 10% dari biaya produksi, biaya asuransi kapal sebesar 20% dari biaya produksi, dan biaya untuk gaji kru kapal.(Arianto, 2016).

### II.7.3. Analisis Kelayakan Investasi

Setiap ide investasi harus mendapat penilaian terlebih dahulu, baik dari aspek ekonomi, teknis, pemasaran, dan aspek keuangannya. Jika ditinjau dari aspek keuangan, suatu ide investasi akan dinilai apakah akan menguntungkan atau tidak. Penilaian tersebut dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti metode *Net Present Value* (NPV), metode *Internal Rate of Return* (IRR), metode *Payback Period* (PP)(Prasetyo, 2015).

#### Metode *Net Present Value* (NPV)

*Net Present Value* dari suatu proyek adalah nilai sekarang (*present value*) antara keuntungan dengan biaya. Metode ini dikenal sebagai metode *Present Worth*, yang digunakan untuk memastikan apakah rencana investasi yang akan dilakukan mendapat kerugian atau keuntungan dalam periode analisa. Artinya, metode tersebut dilakukan dengan menentukan *base year market value* dari proyek. Berikut adalah persamaan yang digunakan;

$$NPV = PVB - PVC \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana;

PVB = *Present Value of Benefit*

PVC = *Present Value of Cost*

Tahap awal yang dilakukan dalam metode NPV dari sisi investor adalah menghitung nilai sekarang dari arus kas yang diharapkan dengan *discount rate* tertentu dan jumlah investasi (*initial outlay*). Selisih nilai sekarang dari keseluruhan arus kas dengan nilai sekarang dari pengeluaran untuk investasi (*initial outlay*) disebut sebagai nilai bersih sekarang (*Net Present Value*) (Riyanto, 1995). Sehingga, secara matematisnya dapat ditulis sebagai berikut;

$$NPV = \sum_{t=0}^n \left( \frac{At}{(1+i)^t} - 10 \right) \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana;

t = Jumlah Tahun Analisa

At = Arus Kas Tahunan (setelah pajak dalam periode tahunan t)

i = *Discount Rate* yang Digunakan

IO = Jumlah Investasi (*Initial Outlay*)

n = Periode Terakhir dari Arus Kas yang Diharapkan

### **Metode *Internal Rate of Return* (IRR)**

*Internal Rate of Return (IRR)* adalah tingkat suku bunga yang akan dijadikan jumlah nilai sekarang dari pengeluaran modal proyek. Berikut adalah persamaan yang digunakan;

$$\sum_{t=0}^n \left( \frac{Bt}{(1+i)^n} \right) = \sum_{t=0}^n \left( \frac{Ct}{(1+i)^n} \right) \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana;

t = Jumlah Tahun Analisa

Bt = Jumlah Keuntungan dalam Periode Tahun t

i = *Discount Rate* yang Digunakan

Ct = Jumlah Biaya dalam Periode Tahun t

n = Periode Terakhir dari Arus Kas yang Diharapkan

### **Metode *Payback Period* (PP)**

*Payback Period* adalah suatu periode yang diperlukan untuk dapat mengembalikan investasi yang telah dikeluarkan melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek (Riyanto, 1995). Berikut adalah persamaan yang digunakan;

$$PP = \text{Net investment} / \text{Average annual operating cash flow} \dots\dots\dots (2.18)$$

## **BAB III**

### **TINJAUAN DAERAH**

#### **III.1. Pulau Lombok**

Pulau Lombok termasuk kedalam gugusan kepulauan Sunda Kecil yang pecah setelah kemerdekaan Republik Indonesia. Pulau ini masuk kedalam kepulauan Nusa Tenggara dan secara geografis hanya dipisahkan oleh Selat Lombok dengan Pulau Bali. Pulau ini termasuk kedalam provinsi Nusa Tenggara Barat dan merupakan pulau terbesar di kepulauan Nusa Tenggara Barat. Ibukota provinsi terletak di pulau ini, sehingga di pulau inilah aktifitas padat bisa didapatkan.

Pulau ini berbentuk menyerupai bulat dengan semacam "ekor" di sisi barat daya yang panjangnya kurang lebih 70 km. Luas pulau ini mencapai 5.435 km<sup>2</sup>, menempatkannya pada peringkat 108 dari daftar pulau berdasarkan luasnya di dunia. Kota utama di pulau ini adalah Kota Mataram. Pulau Lombok juga memiliki sejuta pesona alam yang menakjubkan. Pemandangan yang masih asri dan tradisi setempat yang unik menjadi daya tarik pulau ini. Setidaknya satu setengah juta orang datang ke pulau ini setiap tahunnya. Berdasarkan data yang didapatkan dari dinas pariwisata Nusa Tenggara Barat, mayoritas wisatawan asing yang datang berkunjung ke Lombok adalah dari Perancis, Belanda dan Australia.

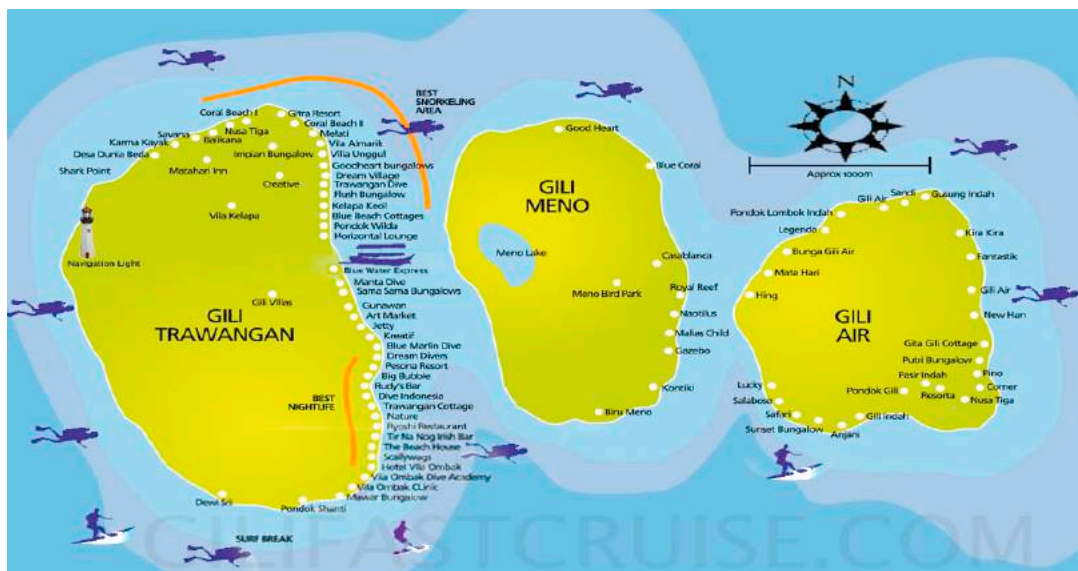
##### **III.1.1. Pariwisata di Pulau Lombok**

Pulau Lombok dalam banyak hal mirip dengan Bali, dan pada dasawarsa tahun 1990-an mulai dikenal wisatawan mancanegara. Namun dengan munculnya krisis moneter yang melanda Indonesia pada akhir tahun 1997 dan krisis-krisis lain yang menyertainya, potensi pariwisata agak terlantarkan. Lalu pada awal tahun 2000 terjadi kerusuhan antar-etnis dan antar agama di seluruh Lombok sehingga terjadi pengungsian besar-besaran kaum minoritas. Mereka terutama mengungsi ke pulau Bali. Namun selang beberapa lama kemudian situasi sudah menjadi kondusif dan mereka sudah kembali. Pada tahun 2007 sektor pariwisata adalah

satu-satunya sektor di Lombok yang berkembang. Pariwisata di Lombok yang paling menonjol adalah pada sektor wisata alam. Mulai dari pantai, gunung, hingga pemandangan bawah laut yang memanjakan wisatawan. Selain itu sektor budaya juga menjadi andalan wisata Pulau Lombok. Adanya desa wisata yang masih memegang erat budaya suku nenek moyang menjadi atraksi wisata menarik bagi wisatawan untuk berkunjung.

### III.2. Pulau Gili

Pulau Gili merupakan salah satu pulau indah yang ada di barat laut Pulau Lombok. Ada tiga pulau kecil yaitu Gili Trawangan, Gili Air, dan Gili Meno. Ketiga pulau ini menampilkan pemandangan menawan dengan pantai pasir putih dan air yang sangat jernih, selain itu, kawasan ini memiliki taman laut yang menawan dengan beragam jenis ikan yang cantik. Pesona bawah laut Pulau Gili dapat memanjakan wisatawan yang melakukan *diving* maupun *snorkeling*. Spot untuk menikmati pemandangan bawah laut seperti pada Gambar III. 1.



Gambar III. 1 Spot Diving Terbaik di Gili Trawangan, Gili Meno dan Gili Air

Sumber : (<http://lombok-travel.com>, 2013)

Gili Trawangan adalah yang terbesar dari ketiga pulau kecil atau gili yang terdapat di sebelah barat laut Lombok. Trawangan juga satu-satunya gili yang ketinggiannya di atas permukaan laut cukup signifikan. Dengan panjang 3 km dan lebar 2 km, Trawangan berpenduduk sekitar 800 jiwa. Di antara ketiga gili tersebut, Trawangan memiliki fasilitas untuk wisatawan yang paling beragam; kedai "Tir na Nôg" mengklaim bahwa Trawangan adalah pulau terkecil di dunia yang ada bar Irlandia nya. Bagian paling padat penduduk adalah sebelah timur pulau ini. Trawangan mempunyai nuansa "pesta" lebih daripada Gili Meno dan

Gili Air, karena banyaknya pesta sepanjang malam yang setiap malamnya dirotasi caranya oleh beberapa tempat keramaian.

Aktivitas yang populer dilakukan para wisatawan di Trawangan adalah *scuba diving* (dengan sertifikasi PADI), *snorkeling* (di pantai sebelah timur laut), bermain kayak, dan berselancar. Adajuga beberapa tempat bagi para wisatawan belajar berkuda mengelilingi pulau. Di Gili Trawangan (begitu juga di dua gili yang lain), tidak terdapat kendaraan bermotor, karena tidak diizinkan oleh aturan lokal. Sarana transportasi yang lazim adalah sepeda (disewakan oleh masyarakat setempat untuk para wisatawan) dan cidomo, kereta kuda sederhana yang umum dijumpai di Lombok. Untuk bepergian ke dan dari ketiga gili itu, penduduk biasanya menggunakan kapal bermotor dan *speedboat*. (Rismayadi, 2016)

### **III.3. Pantai Senggigi**

Pantai Senggigi merupakan salah satu tempat wisata di Lombok Barat yang begitu terkenal, tidak hanya di dalam negeri tapi di luar negeri juga terkenal. Letak pantai tersebut tidak jauh dari ibukota Nusa Tenggara Barat yaitu Mataram. Jarak pantai ini dari Bandara Ampenan akan memakan waktu selama setengah jam perjalanan. Pantai ini memiliki nuansa laut yang sangat indah. Hamparan pasir putih yang indah di sepanjang pantai membuat pantai ini semakin menawan. Warna lautnya yang biru dan batu karang yang dangkal membuat pantai ini menarik wisatawan untuk bermain dengan air lautnya.

Pantai Senggigi luasnya memang tidak seluas dengan Pantai Kuta Bali namun ketika banyak wisatawan ke sini banyak wisatawan yang akan mengira nuansa di Pantai Senggigi seperti Kuta Bali. Pantai di sini juga sangat asri dan sejuk. Hal negatif ketika berada di pantai ini adalah kebersihan pantainya yang kurang terawat dan terjaga kebersihannya. Untuk membuat suasana yang asri dan bersih tidak hanya dibuat oleh penjaga pantai dan masyarakat sekitar saja, namun pihak wisatawan juga memiliki andil yang besar untuk menciptakan suasana yang asri dan bersih. Jika tidak ada sampah yang berserakan tentunya membuat pemandangan dan suasana pantai semakin terawat dan terjaga. Tidak hanya menikmati dari pinggir pantainya saja, namun wisatawan dapat memanjakan diri dengan menikmati *sunset* di pinggir pantai maupun di tengah pantai dengan menaiki yacht. Keindahan pemandangan matahari tenggelam di Pantai Senggigi dapat terlihat seperti pada gambar Gambar III. 2.



Gambar III. 2 Keindahan *sunset* Pantai Senggigi

Sumber : (<http://backpackercantik.blogspot.com>,2016)

Wisata bawah lautnya juga akan memanjakan wisatawan dikarenakan banyak terumbu karang dan hewan laut berada di bawah laut. Ombak besar juga ada namun karena terumbu karang yang besar berada di tengah laut maka hal tersebut yang menyebabkan ombak besar akan pecah di tengah laut dan menghantam batu karang tersebut. Pantai ini menghadap ke bagian selat Lombok. Selat ini akan menghubungkan pulau Lombok dengan Pulau Bali. Kontur pasir Senggigi tergolong landai. Sehingga tidak akan membahayakan wisatawan yang ingin bermain-main di sepanjang pantai. Pantai Senggigi sangat eksotis dikarenakan pohon-pohon kelapa yang begitu banyak karena panoramanya begitu bagus, sunsetnya pun juga sangat bagus apabila dilihat dari pantai Senggigi. (Rismayadi, 2016)

#### **III.4. Pulau Gili Nanggu**

Ada sebuah obyek wisata yang berada di pulau Lombok, tetapi belum banyak dikenal orang yaitu Gili Nanggu. Gili Nanggu ini jaraknya sekitar 10 km dari pelabuhan Lembar di pulau Lombok melalui perjalanan air dengan kapal *boat*. Obyek wisata Gili Nanggu memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi obyek wisata bahari yang berpotensi di pulau Lombok. Keindahan bawah laut yang tidak kalah indah dengan Pulau Gili Trawangan menjadi alternatif bagi wisatawan yang ingin melakukan aktivitas *snorkeling* dan *diving*. Keindahan bawah laut Gili Nanggu dapat dilihat pada gambar dibawah. Sejauh ini Pemerintah Daerah Lombok dan masyarakat setempat belum banyak membenahi dan mengembangkan potensi yang ada untuk menarik lebih banyak wisatawan agar datang ke obyek wisata ini. Hal ini dapat dilihat dari keadaan sekarang, yaitu kurangnya pembenahan dan pengembangan baik dari segi sarana dan prasarana.





Gambar III. 3 Keindahan bawah laut Gili Nanggu

Sumber : (<http://www.lombok-trip.com>, 2014)

Penulis mengusulkan agar pemerintah daerah Lombok bekerja sama dengan pihak swasta dalam pembenahan dan pengembangan obyek wisata bahari Gili Nanggu agar lebih dikenal banyak wisatawan nusantara. Pihak swasta yang dimaksud yaitu para pengelola bungalow di Gili Nanggu dan pihak swasta yang tertarik untuk berinvestasi dalam pembenahan dan pengembangan Gili Nanggu.(Rismayadi, 2016)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

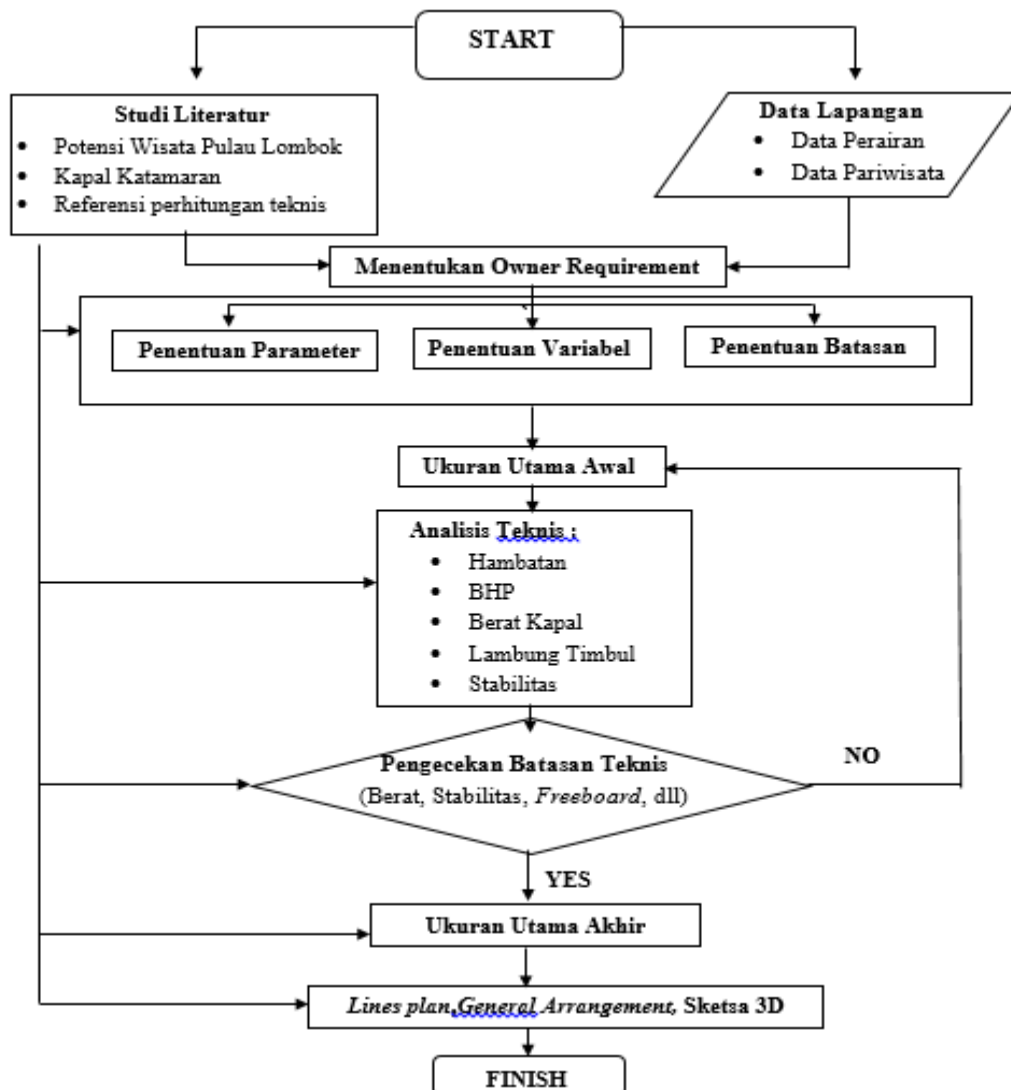
## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### IV.1. Metode Pengerjaan

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana tahap-tahap dalam pengerjaan Tugas Akhir yang dilakukan. Digambarkan melalui diagram alir pengerjaan, kemudian dijelaskan secara mendetail pada setiap poin dalam diagram alir tersebut.

### IV.2. Diagram Alir Pengerjaan

Proses pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar IV.1 sebagai berikut :



Gambar IV. 1 Diagram Alir Pengerjaan

### **IV.3. Studi Literatur**

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah studi literatur, yaitu mengumpulkan teori-teori yang berkaitan dalam penyelesaian Tugas Akhir. Pengumpulan teori-teori tersebut dapat digunakan untuk membantu memperoleh hasil yang diinginkan. Pada tahap ini dilakukan pencarian referensi-referensi tentang proses desain sebuah kapal, penjelasan mengenai *yacht* katamaran, dan desain etnik khas Lombok. Selain itu, dilakukan pencarian terkait metode desain Rencana Garis, Rencana Umum, proses pengolahan data, perhitungan teknis, dan perhitungan ekonomis. Referensi-referensi tersebut dapat berupa buku, jurnal, *e-book*, Tugas Akhir sebelumnya yang masih berkaitan, dan berbagai sumber dari internet.

### **IV.4. Tahap Pengumpulan Data**

Tahap kedua adalah tahap pengumpulan data, data yang dimaksud yaitu data yang relevan dan mencakup segala aspek yang berhubungan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Data awal yang dikumpulkan adalah data jumlah kunjungan wisatawan dan jumlah kapal penyebrangan yang beroperasi. Sedangkan data lain yang dikumpulkan adalah data kapal pemandang, data potensi wisata Pulau Weh, dan dermaga yang digunakan. Berikut adalah data-data yang dibutuhkan;

#### **IV.4.1. Data Jumlah Wisatawan Pulau Lombok**

Data mengenai jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Lombok dibutuhkan untuk mengetahui fluktuasi jumlah wisatawan dari tahun ke tahun sehingga dapat di prediksi untuk beberapa tahun kedepan jumlahnya seperti apa. Selain itu juga digunakan sebagai dasar untuk menentukan jumlah *payload* kapal. Data-data ini diperoleh dari media cetak dan elektronik Dinas Pariwisata Lombok, Badan Pusat Statistika Lombok serta beberapa sumber referensi lainnya.

#### **IV.4.2. Kondisi Perairan**

Data teknis yang diperlukan adalah data tentang kedalaman perairan, jarak rute pelayaran dan obyek wisata yang ada di sana. Dari kedalaman perairan didapatkan batasan tentang sarat kapal yang nantinya dirancang sehingga dapat mengurangi resiko kapal kandas. Jarak rute pelayaran perlu diketahui untuk mengetahui waktu tempuh.

#### **IV.4.3. Data Kapal Pembanding**

Data kapal pembanding yang digunakan didapat dari internet. Data ini digunakan untuk menentukan ukuran utama awal (masih perkiraan). Ukuran kapal pembanding kemudian disesuaikan dengan *layout* atau gambaran awal yang dibuat oleh penulis. Dengan demikian maka akan lebih mudah dalam penentuan ukuran lainnya seperti *displacement* dan yang lain.

#### **IV.5. Pengolahan Data**

Setelah semua data terkumpul, tahap selanjutnya adalah pengolahan data-data tersebut hingga dihasilkan desain yang memenuhi syarat. Berikut adalah tahap-tahap yang harus dilakukan;

##### **IV.5.1. Menentukan *Payload***

Tahap pertama yang dilakukan adalah penentuan jumlah muatan yang akan diangkut oleh kapal. Tahap ini merupakan tahap pertama, karena *payload* merupakan satu poin penting dari *Owner's Requirements*. Tahap ini meliputi proses pengolahan data jumlah kunjungan wisatawan dengan jumlah kapasitas kapal yang beroperasi. Selanjutnya, kedua data tersebut dibandingkan untuk mengetahui jumlah kebutuhan kapal wisata pada tahun 2017 atau jumlah penumpang yang tidak dapat diangkut oleh kapal *yacht*.

##### **IV.5.2. Menentukan Rute Kapal**

Setelah *payload* dapat ditentukan, maka tahap selanjutnya adalah penentuan rute kapal. Dalam penentuan rute kapal, data yang digunakan acuan adalah data potensi wisata, jumlah dan kondisi dermaga untuk kapal yang beroperasi. Jumlah kunjungan wisatawan yang dikelompokkan berdasarkan potensi wisata dari setiap pulau dapat digunakan sebagai acuan pemilihan pulau yang akan dituju. Sedangkan kondisi dermaga penyeberangan dan kondisi perairan, seperti kedalaman dan ukuran dermaga dapat digunakan sebagai acuan pemilihan dermaga yang akan disinggahi.

##### **IV.5.3. Menentukan Kecepatan Dinas**

Setelah penentuan rute kapal dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah penentuan kecepatan dinas untuk pengoperasian kapal. Dalam penentuan kecepatan dinas, data yang dibutuhkan adalah tujuan jarak antara dermaga awal keberangkatan dan tujuan wisata, pada Tugas Akhir ini dermaga yang digunakan adalah Pelabuhan Lembarkemudian menuju Pulau Gili Nanggu, Gili Matra dan Pantai Senggigi dan kembali lagi ke Pelabuhan Lembar. Setelah mengetahui jarak yang akan ditempuh kapal, dengan mempertimbangkan jenis kapaldan kondisi muatan kapal maka kecepatan yang ditentukan adalah 10 knot.

#### **IV.5.4. Menentukan Ukuran Utama**

Setelah penentuan kapasitas kapal dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah penentuan ukuran utama kapal. Pada tahap ini, dilakukan pengolahan data kapal pembanding dengan menggunakan referensi-referensi berupa ukuran utama, penyusunan ruang muat, dan referensi lain yang sesuai. Dalam penentuan ukuran utama juga diperlukan adanya batasan-batasan, yaitu batasan rasio bentuk kapal dan pengecekan perhitungan teknis, sehingga didapatkan ukuran utama akhir.

#### **IV.6. Perhitungan Teknis**

Setelah ukuran utama dari kapal telah ditentukan, tahap selanjutnya adalah dilakukannya perhitungan teknis. Perhitungan pada tahap ini meliputi;

##### **IV.6.1. Perhitungan Hambatan**

Perhitungan hambatan dilakukan untuk memperoleh hasil pendekatan hambatan yang diterima oleh lambung kapal. Perhitungan ini dilakukan dengan mengacupada *Jurnal M. Insel, Ph.D dan A.F Molland, M.Sc., Ph.D., C.Eng.*, yang terdiri dari dua komponen utama yaitu hambatan gesek beserta interferensinya dan hambatan gelombang yang dibentuk oleh badan kapal beserta interferensinya. Sedangkan besarnya hambatan yang dihasilkan dalam satuan *Newton*.

##### **IV.6.2. Perhitungan Propulsi**

Perhitungan propulsi kapal digunakan untuk menentukan besarnya *power* yang dibutuhkan oleh kapal untuk mencapai kecepatan dinasnya. Dengan didapatkannya ukuran *power* yang dibutuhkan kapal, maka dapat dipilih jenis mesin dan ukuran mesin yang akan digunakan oleh kapal, beserta *generator* untuk membantu sistem kelistrikan di kapal. Pada tahap ini, referensi perhitungan yang digunakan adalah *Principles of Naval Architecture* (PNA) volume II.

##### **IV.6.3. Perhitungan Berat dan Titik Berat**

Perhitungan berat kapal mencakup *Dead Weight* (DWT) dan *Light Weight* (LWT). LWT merupakan berat kapal kosong, yaitu perhitungan berat badan kapal beserta rumah geladak, permesinan, dan perlengkapannya. Sedangkan, DWT merupakan berat mati kapal, yaitu berat dari jumlah penumpang dan kru, barang bawaan, bahan bakar, minyak lumas, dan air tawar. Setelah kedua perhitungan berat dilakukan, tahap selanjutnya adalah penentuan titik berat dari kedua komponen berat tersebut.

#### **IV.6.4. Perhitungan Stabilitas**

Perhitungan stabilitas dilakukan untuk mengetahui besarnya kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula ketika mendapat gaya oleng saat berlayar. Perhitungan stabilitas dilakukan dengan pendekatan yang disesuaikan dengan kriteria *Marine Guidance Note* (MGN) 280, *Chapter 11 Section 3.7*. Dalam perhitungan ini diharapkan kapal dapat memenuhi kriteria stabilitas, sehingga kapal dapat berlayar dengan aman ketika beroperasi.

#### **IV.6.5. Perhitungan Trim**

Perhitungan *trim* kapal dilakukan untuk mengetahui besar kemiringan kapal pada saat kondisi muatan penuh. Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan bahwa sudut kemiringan kapal masih dalam batas toleransi atau tidak, sehingga pada akhirnya dapat menentukan keamanan saat dalam pelayaran.

#### **IV.6.6. Perhitungan Freeboard**

Perhitungan *freeboard* dilakukan untuk mengetahui tinggi lambung timbul kapal, apakah masih dalam batas yang diizinkan atau tidak. *Freeboard* kapal perlu dipastikan, karena *freeboard* yang terlalu kecil akan membahayakan kapal, sedangkan *freeboard* yang terlalu besar juga akan merugikan pemilik dari kapal. Karenanya, diperlukan perhitungan yang sesuai dan akurat terkait kondisi sarat kapal.

#### **IV.7. Perhitungan Ekonomis**

Setelah perhitungan teknis dilakukan, tahap selanjutnya adalah dilakukannya perhitungan ekonomis. Perhitungan ini digunakan untuk memastikan kelayakan produksi dari kapal yang didesain serta penentuan harga tiket yang dikenakan pada penumpang. Perhitungan ekonomis dibagi menjadi tiga, yaitu biaya produksi, biaya operasional, dan analisis kelayakan investasi.

Biaya produksi didapatkan dengan penyusunan daftar biaya-biaya yang dikeluarkan selama proses produksi. Sedangkan, biaya operasional didapatkan berdasarkan perencanaan pola operasional kapal yang dibedakan menjadi dua, yaitu biaya operasional tetap dan berubah. Tahap selanjutnya adalah analisis kelayakan investasi dari produksi *Yacht Katamaran*. Analisis ini dilakukan berdasarkan biaya total yang dikeluarkan dalam kurun waktu empat tahun dengan menggunakan tiga metode yaitu, *Net Present Value* (NPV), *Internal rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (PP).

#### **IV.8. Pembuatan Rencana Garis**

Tahap selanjutnya adalah proses pembuatan Rencana Garis, dimana kelengkungan-kelengkungan dari bentuk badan kapal dapat dilihat. Kelengkungan gambar tersebut digunakan untuk menentukan bentuk *streamline* dari kapal. Pembuatan gambar Rencana Garis dapat dilakukan setelah dilakukannya perhitungan teknis, yang menunjukkan bahwa ukuran utama kapal sudah sesuai. Dalam pembuatannya, gambar dibagi dalam beberapa *section*, yaitu penampang kapal secara melintang, penampang kapal dalam beberapa garis air secara horizontal, serta ke arah vertikal menggunakan *software Maxsurf Modeler Advance*.

#### **IV.9. Pembuatan Rencana Umum**

Dari Rencana Garis yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan tahap desain Rencana Umum, yaitu gambar lengkap dari kapal yang didesain secara menyeluruh dari pandangan atas, meliputi alas ganda yang digunakan sebagai *glass bottom room*, geladak utama, serta rumah geladak di setiap tingkat. Selain itu, pada gambar ini juga terdapat pandangan kapal dari samping untuk mengetahui pembagian ruangan dari kapal. Gambar pada tahap ini akan diselesaikan dengan *software Cad*.

#### **IV.10. Pembuatan 3D**

Dari Rencana Umum yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan tahap desain 3D. Gambar ini digunakan untuk memberikan penjelasan secara lebih riil dari desain Rencana Umum. Dalam pembuatannya, *software* yang digunakan adalah *Google Sketchup Pro*.

#### **IV.11. Kesimpulan dan Saran**

Setelah semua tahap diselesaikan, selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan. Kesimpulan berupa ukuran utama dari kapal, jumlah *payload* yang dapat dimuat oleh kapal, rute pelayaran dari kapal, kecepatan dinas kapal, gambar Rencana Garis, gambar Rencana Umum, biaya produksi kapal, biaya operasional dan kelayakan investasi dari kapal.

Sedangkan saran berisi tentang hal-hal yang dapat dikembangkan dari Tugas Akhir yang sedang dikerjakan, yang nantinya dapat dijadikan judul Tugas Akhir selanjutnya. Selain itu, saran berisi kekurangan-kekuarangan yang terdapat dalam Tugas Akhir yang sedang dikerjakan.



## BAB V

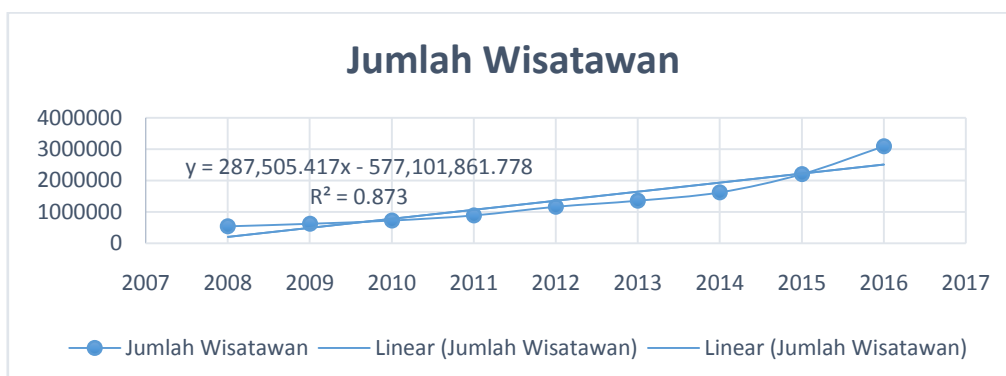
### ANALISIS TEKNIS DAN ANALISIS EKONOMIS

#### V.1. Penentuan *Owner Requirement*

Dalam penentuan penumpang (*payload*) kapal yang didesain, dibutuhkan data jumlah kunjungan wisatawan dan data jumlah kapal yang beroperasi di Pulau Lombok. Kedua data tersebut digunakan untuk mendapatkan data kebutuhan kapal wisata pada tahun 2017, yang selanjutnya dijadikan salah satu dasar dalam penentuan kapasitas muat kapal (*payload*). Untuk mendapatkannya, data jumlah kunjungan wisatawan akan dibandingkan dengan data jumlah kapal yang beroperasi.

##### V.1.1. Penentuan Jumlah Wisatawan

Berdasarkan statistik yang penulis dapatkan dari *website* Dinas Perhubungan dan Pariwisata Provinsi Nusa Tenggara Barat, jumlah pengunjung Pulau Lombok selalu meningkat setiap tahunnya, seperti yang terlihat pada Gambar V. 1. Pada tahun 2008 tercatat sebanyak 544.501 pengunjung baik dari dalam maupun luar negeri. Pada tahun 2009 meningkat 13,75% menjadi 619.730 pengunjung. Pada tahun 2010 meningkat 17,12% menjadi 725.388 pengunjung. Pada tahun 2011 meningkat 22,26% menjadi 886.880 pengunjung. Pada tahun 2012 meningkat 31,15% menjadi 1.163.142 pengunjung. Pada tahun 2013 meningkat 16,72% menjadi 1.357.602 pengunjung. Dan survei terakhir pada tahun 2014 meningkat menjadi 1.629.122 2 pengunjung. Mayoritas wisatawan asing yang datang berkunjung ke Lombok adalah dari Perancis, Belanda dan Australia. Sedangkan, untuk wisatawan nusantara, Pulau Jawa masih mendominasi.



Gambar V. 1 Grafik Peningkatan Jumlah Kunjungan Wisata Pulau Lombok  
(BPS Nusa Tenggara Barat, 2017)

### V.1.2. Perencanaan Rute

Sumber : (Navionics Webapp, 2017)

40

kapal akan berlabuh di Pulau Gili Air supaya wisatawan dapat beristirahat sambil menikmati fasilitas yang ada di dalam kapal dan mengisi waktu wisata malam dengan makan malam bersama pasangan maupun keluarga.

Pada pagi harinya pengunjung kembali menikmati sarapan diatas kapal sambil perjalanan menuju Pulau Gili Meno. Di lokasi ini pengunjung bisa menikmati suasana *snorkeling* dan *diving* yang berbeda dengan lokasi sebelumnya. Selanjutnya wisatawan akan diajak menuju Gili Trawangan yang dijadikan sebagai destinasi utama *snorkelling* maupun *diving*. Di Gili Trawangan juga terdapat bekas kapal perang milik Jepang yang ditenggelamkan oleh Belanda. Pada sore hari, wisatawan akan disuguhkan keindahan Pantai Senggigi sambil menikmati indahnya *sunset* dengan latar belakang Gunung Agung di Pulau Dewata. Setelah itu kapal kembali berlayar Pelabuhan Lembar dan wisata pun berakhir.

### V.1.3. Waktu Operasi Kapal

Setelah menentukan rute pelayaran dari kapal *yacht* katamaranini maka dapat dihitung waktu pelayaran kapal yang akan diketahui dari pelaksanaan operasional kapal. Penentuan waktu operasi ini tergantung pada kecepatan kapal yaitu *sea time*. *Sea time* atau waktu di laut merupakan nilai dari lamanya kapal berlayar dari satu titik ke titik lainnya. Nilai total waktu di laut dapat dihitung dengan membagi antara total jarak untuk satu siklus operasi dengan kecepatan kapal.

Dari hasil analisis didapatkan hasil untuk lama waktu operasi kapal dalam satu kali trip adalah 6 jam 20 menit, seperti pada Tabel V. 1. Selanjutnya untuk detail pembagian waktu setiap tripnya akan di tampilkan Tabel V. 2 dibawah ini

Tabel V. 1Perencanaan waktu wisata

Berangkat	Tujuan	Jarak (km)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh
A	B	9,7	18,5	40 menit
B	C	53,4	18,5	2 jam 50 menit
C	D	3,7	18,5	10 menit
D	E	3,2	18,5	10 menit
E	F	13	18,5	45 menit
F	A	31.6	18,5	1 jam 45 menit
Total		114,8		6 jam 20 menit

Keterangan : A = Pelabuhan Lembar

B = Pulau Gili Nanggu

C = Pulau Gili Air  
D = Pulau Gili Meno  
E = Pulau Gili Trawangan  
F = Pantai Senggigi

Tabel V. 2 *Timeline* Kegiatan Wisata

Kegiatan	Waktu		Keterangan
	Mulai	Selesai	
Persiapan Berangkat	07.30	08.10	-
Pelabuhan Lembar – Gili Nanggu	08.10	08.45	-
Wisata Gili Nanggu	08.45	11.45	-
Gili Nanggu – Gili Air	11.45	14.35	-
Wisata Gili Air	14.35	16.30	-
Istirahat Malam	16.30	08.00	(hari kedua)
Wisata Gili Meno – Trawangan	08.00	15.00	-
Gili Trawangan – Pantai Senggigi	15.00	15.45	-
Sunset Pantai Senggigi	15.45	17.45	-
Pantai Senggigi – Pelabuhan Lembar	17.45	19.30	-

## V.2. Penentuan Ukuran Utama Awal

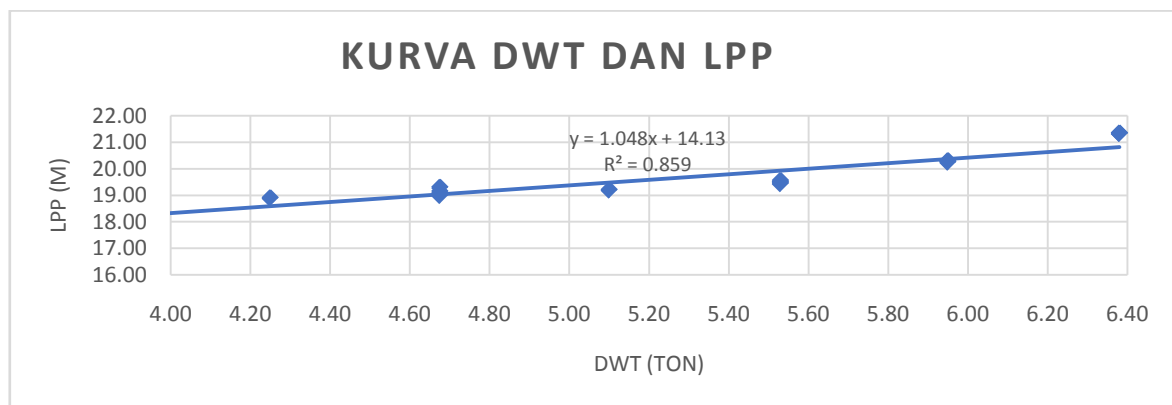
Setelah *payload* dan kecepatan dinas ditentukan, maka dilakukan penentuan ukuran utama awal dari kapal yang didesain. Dalam penentuan ukuran utama awal, data yang diperlukan adalah displasemen dan kapal pembanding dengan rentang displasemen  $\pm 10\%$  dari displasemen kapal. Selanjutnya, ukuran utama awal kapal yang didesain dapat dicari melalui regresi linier dari kapal-kapal pembanding, seperti yang terlihat pada Ukuran utama dari hasil regresi yang diperoleh dibandingkan dengan rasio-rasio ukuran utama kapal yang mengacu pada Jurnal M. Insel dan A. F Molland, seperti yang terlihat pada **Error! Reference source not found.**

Tabel V. 3 Data Kapal Pembanding

No	Nama Kapal	$\Delta$ (ton)	Lpp	B	H	T	Jumlah Orang	Tahun
1	LIR	5.95	20.30	10.40	4.38	1.80	11 (3)	2014
2	SUNREEF 70	6.38	21.34	10.40	4.63	1.85	12 (3)	2013
3	MOYA	5.53	19.55	10.20	4.25	1.70	10 (3)	2014
4	EUPHORIA	3.83	18.29	9.20	3.85	1.35	7 (2)	2016
5	MAVERICK	6.38	21.34	10.40	4.58	1.82	12 (3)	2013
6	VACOA	5.53	19.50	10.25	4.30	1.65	10 (3)	2014

7	DRAGONFLY	5.95	20.25	10.50	4.40	1.75	12 (2)	2017
8	NOVA	4.68	19.30	9.98	4.20	1.55	8 (3)	2011
9	MOOSE	4.68	19.15	9.80	4.18	1.50	8 (3)	2015
10	ENIGMA	5.53	19.45	10.20	4.36	1.60	10 (3)	2013
11	MY DESTINY	4.25	18.90	9.50	4.05	1.45	8 (2)	2013
12	FIREFLY	5.10	19.20	10.00	4.15	1.80	10 (2)	2011
13	FOXY LADY	4.68	19.00	9.70	4.10	1.50	8 (3)	2011

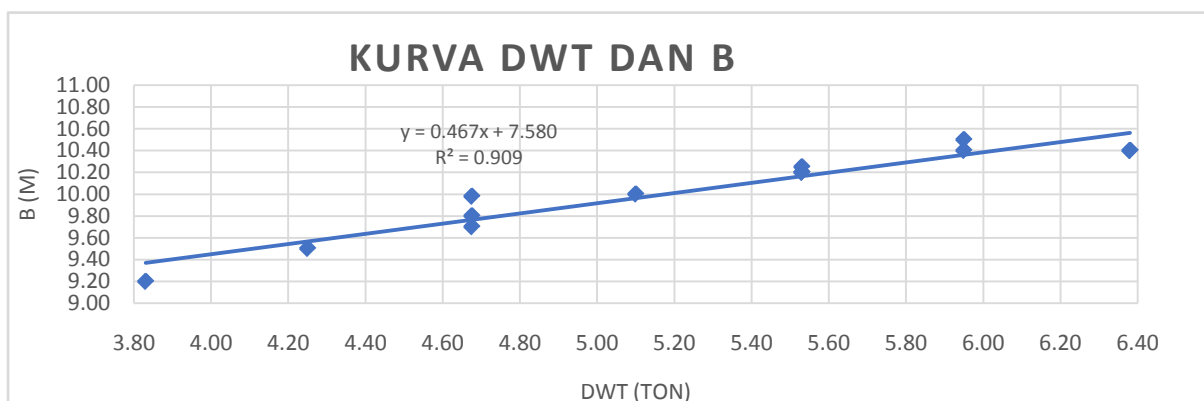
Berdasarkan data dari beberapa kapal pembanding di atas, diperoleh hasil regresi berikut:



Gambar V. 3 Grafik Regresi antara DWT dan Lpp

Setelah grafik diperoleh seperti pada Gambar V. 3, maka didapatkan persamaan hubungan antara *displasemen* dengan panjang kapal. Y adalah persamaan regresi untuk mendapatkan Lpp dengan X adalah displasemen kapal, maka;

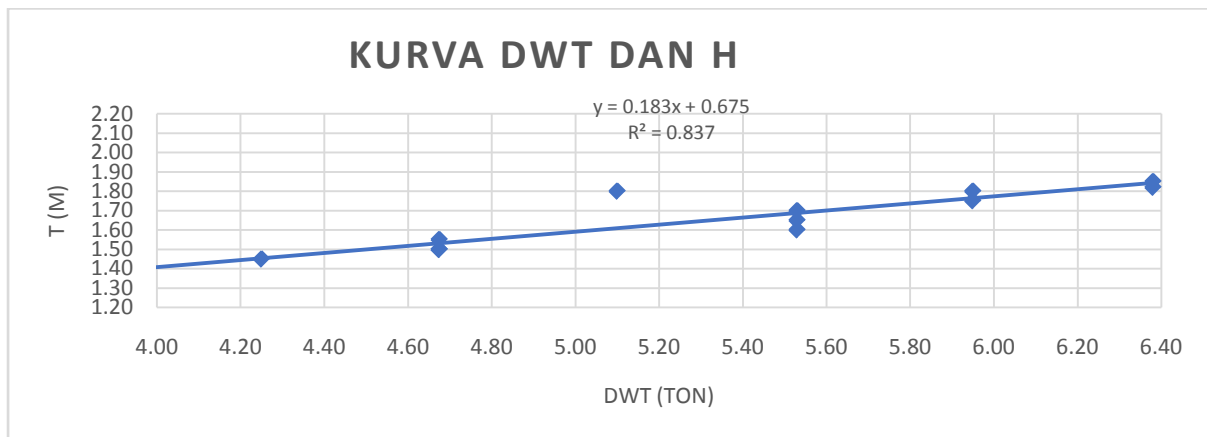
$$\begin{aligned}
 Y &= 1.0489 x + 14.136 \\
 &= 0.3448 x 49 + 7.8806 \\
 &= 22.3\text{m}
 \end{aligned}$$



Gambar V. 4 Grafik Regresi antara Displasemen dan Lebar Kapal

Setelah grafik diperoleh seperti pada Gambar V. 4, maka didapatkan persamaan hubungan antara *displasemen* dengan lebar kapal. Y adalah persamaan regresi untuk mendapatkan B dengan X adalah displasemen kapal, maka;

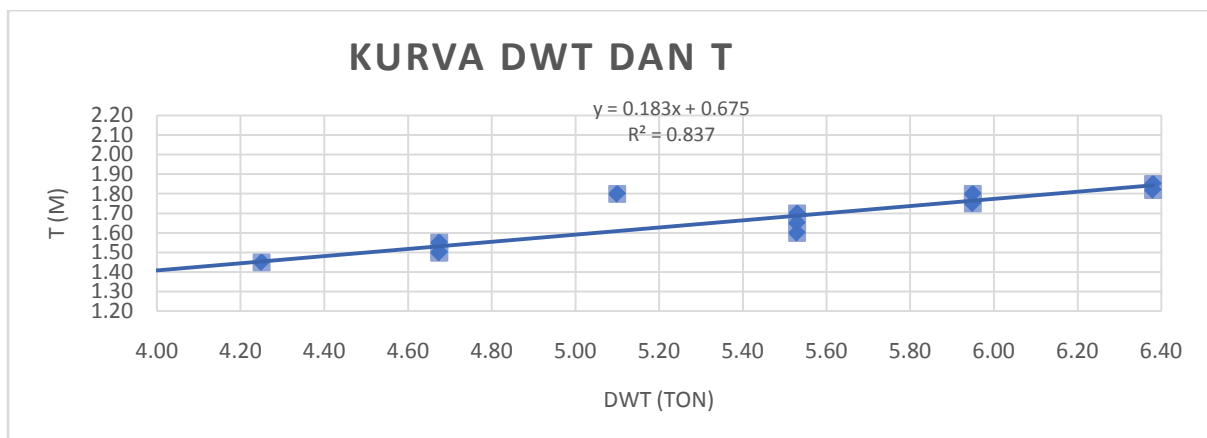
$$\begin{aligned} Y &= 0.4672x + 7.5805 \\ &= 0.4672 \times 49 + 7.5805 \\ &= 9.30 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar V. 5 Grafik Regresi antara Displasemen dan Tinggi Kapal

Setelah grafik diperoleh seperti pada Gambar V. 5, maka didapatkan persamaan hubungan antara displasemen dengan tinggi kapal. Y adalah persamaan regresi untuk mendapatkan H dengan X adalah displasemen kapal, maka;

$$\begin{aligned} Y &= 0.1832x + 0.6751 \\ &= 0.1832 \times 49 + 0.6751 \\ &= 3.60 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar V. 6 Grafik Regresi antara Displasemen dan Sarat Kapal

Setelah grafik diperoleh seperti pada Gambar V. 6, maka didapatkan persamaan hubungan antara displasemen dengan sarat kapal. Y adalah persamaan regresi untuk mendapatkan T dengan X adalah displasemen kapal, maka;

$$\begin{aligned} Y &= 0.1832x - 0.6751 \\ &= 0.1832 \times 49 - 0.6751 \\ &= 1.52 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil regresi di atas, berikut adalah rekapitulasi hasil ukuran utama awal kapal yang didesain seperti yang terlihat pada Tabel V. 4

Tabel V. 4 Rekapitulasi Ukuran Utama

Ukuran Utama Awal			
<i>Length of Perpendicular (Lpp)</i>	=	22.30	m
<i>Breadth Moulded (B)</i>	=	9.30	m
<i>Breadth of Demihull (B1)</i>	=	3.30	m
<i>Height Moulded (H)</i>	=	3.60	m
<i>Draft Moulded (T)</i>	=	1.52	m
<i>Velocity Service (VS)</i>	=	10	Knot
<i>The Distance Separation of Demihull (S)</i>	=	6.00	m

Untuk ukuran lebar *demihull* tidak dilakukan regresi karena keterbatasan data yang diperoleh, sehingga ukurannya ditentukan secara langsung dan dipastikan apakah memenuhi batasan rasio atau tidak.

### V.3. Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal

Setelah diperoleh ukuran utama awal, tahap selanjutnya adalah dilakukannya perbandingan ukuran utama awal dengan rentang rasio dari *Jurnal M. Insel* dan A. F Molland, perhitungan koefisien-koefisien bentuk kapal, dan volume displasemen kapal. Hasil perbandingan antara rasio ukuran utama awal dengan rentang rasio yang diijinkan dapat dilihat pada Tabel V. 5

Tabel V. 5 Rasio Ukuran Utama Kapal

Rasio	Nilai	Rentang Rasio	Kondisi
L/B <sub>1</sub>	6.758	6 < L/B <sub>1</sub> < 11	<i>Accepted</i>
L/H	6.194	6 < L/H < 11	<i>Accepted</i>
B/H	2.583	0.7 < B/H < 4.1	<i>Accepted</i>
S/L	0.300	0.2 < S/L < 0.5	<i>Accepted</i>
S/B <sub>1</sub>	1.818	1 < S/B <sub>1</sub> < 4	<i>Accepted</i>
B <sub>1</sub> /T	2.171	1 < B <sub>1</sub> /T < 3	<i>Accepted</i>
B <sub>1</sub> /B	0.280	0.15 < B <sub>1</sub> /B < 0.3	<i>Accepted</i>
CB	0.398	0.36 < CB < 0.59	<i>Accepted</i>

### V.3.1. Panjang Garis Air (Lwl)

Panjang garis air (Lwl) yang didesain adalah sama dengan panjang perpendikular (Lpp), yaitu 22.30 meter.

### V.3.2. Froude Number (Fn)

Berikut adalah persamaan untuk mendapatkan besarnya Fn (Lewis, Principle of Naval Architecture Vol. I, 1988);

$$Fn = V_s / \sqrt{g \times l_{wl}} \dots\dots\dots(5.1)$$

Dimana;

- $V_s = 10 \text{ knot}$   
 $= 5.144 \text{ m/s}$
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- $L_{wl} = 22.3 \text{ m}$

Sehingga;

$$Fn = \frac{5.144}{\sqrt{9.81 \times 22.3}} = 0.348$$

### V.3.3. Volume Displasemen Kapal (∇)

Berikut adalah persamaan untuk mendapatkan besarnya Volume Displasemen Kapal;

$$\nabla = \Delta / \rho \dots\dots\dots(5.2)$$

Dimana;

- $\Delta = 31.655 \text{ ton}$
- $\rho = 1.025 \text{ ton/m}^3$

Sehingga;

$$\nabla = \frac{31.655}{1.025} = 30.883 \text{ m}^3$$

### V.3.4. Koefisien Blok (Cb)

Nilai dari  $C_B$  perhitungan akan dibandingkan dengan nilai  $C_B$  dari *Software Maxsurf Education Version*. Berikut adalah persamaan untuk mendapatkan besarnya  $C_B$ ;

$$C_B = \nabla / (B \times L \times T) \dots\dots\dots(5.3)$$

Dimana;

- $\nabla = 30.883 : 2$   
 $= 15.442 \text{ m}^3$
- $L = 22.30 \text{ m}$



- $B_1 = 3.30 \text{ m}$
- $T = 1.52 \text{ m}$

Sehingga;

$$C_b = \frac{15.442}{22.3 \times 3.3 \times 1.52} = 0.138$$

Sedangkan, nilai  $C_B$  dari *Maxsurf Modeler Advance* adalah 0.398, sehingga  $C_B$  yang diambil adalah 0.398.

#### V.3.5. Koefisien Prismatic ( $C_p$ )

Nilai dari  $C_p$  diperoleh dari *Software Maxsurf Modeler Advance*, yaitu 0.539

#### V.3.6. Koefisien Garis Air ( $C_{WP}$ )

Nilai dari  $C_{WP}$  diperoleh dari *Software Maxsurf Modeler Advance*, yaitu 0.722.

#### V.3.7. Koefisien Luas Midship ( $C_M$ )

Nilai dari  $C_M$  diperoleh dari *Software Maxsurf Modeler Advance*, yaitu 0.362.

### V.4. Perhitungan Hambatan Kapal

Seperti yang diulas pada Sub Bab II.4, perhitungan hambatan katamaran menggunakan metode M. Insel dan A. F Molland. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan besarnya hambatan mengacu pada Persamaan 2.1, seperti berikut;

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot}$$

Dimana;

- $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$
- $V_s = 5.144 \text{ m/s}$

#### V.4.1. Luas Permukaan Basah (WSA)

Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk mendapatkan besarnya Luas Permukaan Basah(Sahoo, Salas, & Schwetz, 2007);

$$S = \nabla/B_1 [1.7 / (CB - 0.2(CB - 0.65)) + B_1/T] \dots\dots\dots(5.4)$$

Dimana;

- $\nabla = 15.442\text{m}^3$
- $C_B = 0.283$
- $B_1 = 3.30 \text{ m}$
- $T = 1.52 \text{ m}$

Sehingga;

$$S = \frac{15.442}{3.30} \left[ \frac{1.7}{0.283 - 0.2 (0.283 - 0.65)} + \frac{3.30}{1.79} \right] = 64.958 \text{ m}^2$$

Karena katamaran memiliki dua lambung, maka WSA total adalah  $96.415 \times 2 = \mathbf{129.916 \text{ m}^2}$ .

#### V.4.2. Koefisien Hambatan Total ( $C_{\text{tot}}$ )

Dalam percobaan yang dilakukan M. Insel dan A. F Molland, didapatkan persamaan untuk mendapatkan besarnya  $C_{\text{tot}}$ . Dalam hal ini, persamaan yang digunakan untuk mendapatkan besarnya  $C_{\text{tot}}$  mengacu pada Persamaan 5.5, seperti berikut;

$$C_{\text{tot}} = (1 + \beta k) C_f + \tau C_w \dots\dots\dots(5.5)$$

Nilai  $(1 + \beta k)$  diperoleh dari nilai koefisien  $(1 + k)$  dan  $\beta$ . Koefisien  $(1 + k)$  ditentukan berdasarkan hasil percobaan dengan variasi rasio  $L/B_1$ , seperti yang terlihat pada Tabel V. 6 Karena nilai rasio  $L/B_1$  kapal adalah 8.577, maka  $(1 + k)$  yang digunakan adalah 1.300.

Tabel V. 6 Nilai Faktor  $(1+k)$

Model	2	3	4	5
$L/B_1$	10	7	9	11
$(1+k)$	1.1	1.45	1.300	1.170

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Berbeda dengan  $(1 + k)$  yang hanya dipengaruhi oleh  $L/B_1$ , koefisien  $\beta$  juga dipengaruhi oleh rasio  $S/B_1$ . Nilai koefisien  $\beta$  diperoleh dari pengukuran grafik interpolasi terhadap  $S/B_1$ . Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan;

Tabel V. 7 Nilai Koefisien  $\beta$  dari Hasil Pengukuran Grafik

		$S/B_1$				$L/B_1$
		2	3	4	5	
$\beta$	1.320	1.320	1.320	1.320	1.320	7
	1.570	1.540	1.520	1.500	1.500	9
	2.320	2.290	2.270	2.250	2.250	11

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Karena nilai rasio  $L/B_1$  kapal adalah 8.577 dan rasio  $S/B_1$  adalah 2.577, maka dilakukan interpolasi antara  $L/B_1 = 8.577$  dengan  $S/B_1 = 3$  dan  $S/B_1 = 4$ . Berikut adalah hasil interpolasi yang dilakukan;

$$\beta = \mathbf{2.314}$$

Jika dinyatakan dalam bentuk tabel, maka hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel V.8.

Tabel V. 8 Nilai Koefisien  $\beta$  dari Hasil Interpolasi  $S/B_1$

	$S/B_1$			$L/B_1$
	3	4	2.650	
B	2.290	2.270	2.297	11

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Setelah nilai keduanya diperoleh, maka nilai  $(1 + \beta k)$  didapatkan dari persamaan berikut;

$$\begin{aligned}
 1 + \beta k &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\
 &= (2.314 \times 1.17) - 2.314 + 1 \\
 &= \mathbf{1.393}
 \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya adalah mendapatkan nilai Koefisien Gesek ( $C_F$ ), seperti berikut;

$$C_F = 0.075 / (\log Rn - 2)^2$$

Dimana;  $Rn = Lwl \times Vs / v$

Dengan;  $Lwl = 22.30 \text{ m}$   
 $Vs = 5.144 \text{ m/s}$   
 $V = 1.188 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Maka;  $Rn = \left( \frac{22.3 \times 5.144}{1.188 \times 10^{-6}} \right) = 96558248.158$

Sehingga;

$$C_F = \left( \frac{0.075}{(\log 96558248.158 - 2)^2} \right) = 0.0021$$

Setelah diperoleh nilai koefisien  $C_F$ , tahap selanjutnya adalah menentukan besarnya koefisien  $\tau$ . Koefisien  $\tau$  dipengaruhi oleh rasio  $S/L$  dengan variasi  $Fn$ . Nilai koefisien  $\tau$  diperoleh dari pengukuran grafik dengan interpolasi terhadap  $S/L$  dan  $Fn$ . Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan;

Tabel V. 9 Nilai Koefisien  $\tau$  dari Hasil Pengukuran Grafik dan Hasil Interpolasi  $Fn$

	(S/L) = 0.2			(S/L)= 0.3			L/B <sub>1</sub>
	Fn			Fn			
	0.4	0.5	0.371	0.4	0.5	0.371	
τ	1.800	1.650	1.844	1.300	1.380	1.277	9

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Karena rasio  $S/L = 0.3$  dan  $Fn = 0.348$ , maka dilakukan interpolasi pada  $Fn = 0.4$  dan  $Fn = 0.5$  dengan  $S/L = 0.2$  dan  $S/L = 0.3$ . Interpolasi awal dilakukan dengan interpolasi  $Fn$ , seperti yang terlihat pada Tabel V. 9

Tabel V. 10 Nilai Koefisien  $\tau$  dari Hasil Interpolasi  $S/L$

$Fn$	<b>0.348</b>			
$S/L$	<b>0.200</b>	<b>0.300</b>	<b>0.270</b>	$L/B_1$
$\tau$	1.844	1.277	1.444	<b>9</b>

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Setelah nilai  $\tau$  pada  $Fn = 0.348$  diperoleh, interpolasi selanjutnya dilakukan pada rasio  $S/L$ , seperti yang terlihat pada Tabel V. 10, dengan hasil akhir  $\tau = 1.450$ .

Tahap akhir dari perhitungan koefisien hambatan total adalah perhitungan koefisien  $C_w$  yang dipengaruhi oleh nilai  $Fn$ . Nilai koefisien  $C_w$  diperoleh dari pengukuran grafik dan interpolasi terhadap  $Fn$ . Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan;

Tabel V. 11 Nilai Koefisien  $C_w$  dari Hasil Pengukuran Grafik

	$Fn$		$L/B_1$
	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	
	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	
$C_w$	0.0032	0.0042	<b>9</b>
	0.0026	0.0027	<b>11</b>

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Tabel V. 12 Nilai Koefisien  $C_w$  dari Hasil Interpolasi  $Fn$

	$Fn$			$L/B_1$
	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.371</b>	
	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.371</b>	
$C_w$	0.0032	0.0042	0.0029	<b>9</b>

Sumber: (Insel & Molland, 1992)

Karena  $Fn = 0.348$  dengan  $L/B_1 = 8.577$ , maka interpolasi dilakukan pada  $Fn = 0.4$  dan  $Fn = 0.5$  dengan  $L/B_1 = 11$ , seperti yang terlihat pada Tabel V. 12, dengan hasil akhir  $C_w = 0.0027$ .

$$\begin{aligned}
 \text{Sehingga, } C_{\text{tot}} &= (1 + \beta k) C_f + \tau C_w \\
 &= (1.393 \times 0.0021) + (1.450 \times 0.007) \\
 &= 0.0027
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sedangkan, } R_t &= 0.5 \times 1025 \times 113.202 \times (5.144)^2 \times 0.007 \\
 &= 11981.48 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$= 11.981 \text{ kN}$$

### V.5. Perhitungan Propulsi dan Kebutuhan Daya Mesin

Setelah besarnya hambatan diketahui, tahap selanjutnya yaitu menentukan besarnya daya yang dibutuhkan (Lewis, Principle of Naval Architecture Vol. II, 1988). Berikut adalah tahap-tahap yang dilakukan;

#### Effective Horse Power (EHP)

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan EHP;

$$\text{EHP} = R_T \times V \dots\dots\dots(5.6)$$

Dimana;

- $V_s = 5.144 \text{ m/s}$
- $R_t = 11.981 \text{ kN}$

Sehingga;

- $\text{EHP} = 61.633 \text{ kW}$

Dengan;

- $1 \text{ HP} = 0.7355 \text{ kW}$

Maka;

- $\text{EHP} = 82.651 \text{ HP}$

#### Delivery Horse Power (DHP)

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan DHP;

$$\text{DHP} = \text{EHP} / \eta_D \dots\dots\dots(5.7)$$

Dimana;

- $\text{EHP} = 82.651 \text{ kW}$
- $\eta_D = \text{Quasi Propulsive Coefficient}$   
 $= \eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r$

Dengan;

- $\eta_H = \text{Hull Efficiency}$   
 $= ((1-t))/((1-w))$   
 $= 0.992$
- $\eta_r = \text{Rotative Efficiency}$   
 $= 0.9737 + 0.111(\text{Cp} - 0.0227 \text{ LCB}) - 0.06327 \text{ P/D}$   
 $= 0.998$

- $\eta_O$  = *Open Water Test Propeller Efficiency*  
= 0.50 (Asumsi berdasarkan hasil percobaan *open water test* sebelumnya)
- $\eta_D$  =  $0.993 \times 0.968 \times 0.50$   
= 0.495

Maka;

$$DHP = \frac{82.651}{0.495} = 124.478 \text{ kW}$$

### **Break Hourse Power (BHP)**

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan BHP(Parsons, 2003);

$$BHP = DHP + (X\% DHP) \dots \dots \dots (5.8)$$

Dimana;

- DHP = 124.478 kW
- X% = koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur (15% - 20% DHP)  
= 15%

Sehingga;

$$BHP = 124.478 + (15\% \times 124.478) = 143.150 \text{ kW}$$

$$BHP = 191.967 \text{ HP}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka daya minimal kapal yang dibutuhkan oleh kapal adalah 143.150 kW. Dengan kata lain, daya minimal yang dibutuhkan oleh satu mesin adalah 71.575 kW. Sedangkan kebutuhan daya genset diasumsikan 25% dari daya mesin induk. Dalam hal ini, genset dan mesin induk yang digunakan diambil dari *Solé Diesel Catalogue* seperti terlihat pada Tabel V. 13 dan Tabel V. 14. Berikut adalah spesifikasi dari mesin dan genset yang dipilih:

Tabel V. 13 Spesifikasi Mesin yang Dipilih

Model	:	SN - 110
Daya	:	74.3 kW
	:	101 HP
RPM	:	2300
L	:	1422 mm
W	:	640 mm
H	:	940 mm
<i>Dry Weight</i>	:	767 kg
$\eta$ Solar	:	0.832 ton/m <sup>3</sup>

Konsumsi <i>Fuel Oil</i>	:	23.15 L/h
	:	0.023 m <sup>3</sup> /h
	:	0.019 ton/h

Tabel V. 14 Spesifikasi Genset yang Dipilih

Model	:	25 GT/GTC
Daya	:	19.50 kW
	:	26.10HP
RPM	:	1500
L	:	1307 mm
W	:	630 mm
H	:	732 mm
<i>Dry Weight</i>	:	690 kg
$\eta$ Solar	:	0.832 ton/m <sup>3</sup>
Konsumsi <i>Fuel Oil</i>	:	6.9 L/h
	:	0.007 m <sup>3</sup> /h
	:	0.006 ton/h

## V.6. Perhitungan Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat digunakan untuk menentukan besarnya berat aluminium yang digunakan. Perhitungan tebal pelat mengacu pada *Rules and Regulations for The Classification of Special Craft Service, Lloyd's Register*. Aturan tersebut digunakan untuk kapal kayu, kapal dengan material komposit, kapal pesiar dan kapal *multihull* berukuran kurang dari 24 meter, juga *High Speed Craft*(Lloyd's Register, 2016). Berikut adalah beberapa perhitungan yang dilakukan;

### L Konstruksi

Ukuran L konstruksi tidak lebih dari 97%  $L_{wl}$  dan tidak kurang dari 96%  $L_{wl}$ , nilai keduanya dibandingkan dengan  $L_{pp}$  kapal. Jika  $L_{pp} \geq 96\%$  dan  $L_{pp} \geq 97\%$ , maka L konstruksi yang diambil adalah 97%  $L_{wl}$ . Jika nilai  $96\% L_{wl} \leq L_{pp} \leq 97\% L_{wl}$ , maka L konstruksi yang diambil adalah  $L_{pp}$ . Jika  $L_{pp} \leq 96\%$  dan  $L_{pp} \leq 97\%$ , maka L konstruksi yang diambil adalah 96%  $L_{wl}$ .

Dimana;

- $L_{wl} = L_{pp}$   
= 22.30 m
- 96%  $L_{wl} = 21.41$  m
- 97%  $L_{wl} = 21.63$  m

Sehingga;

$$L \text{ konstruksi} = 21.63 \text{ m}$$

Kapal *Yacht Catamaran Boat Boat* ini menggunakan material aluminium sebagai

bahan dasar konstruksinya, sehingga dalam perhitungan tebal pelatnya menggunakan klasifikasi Lloyd's Register yang mempunyai peraturan mengenai perhitungan tebal pelat menggunakan alumunium. Perhitungan tebal pelat diambil berdasarkan beban yang diterima pada setiap bagian pelat yang dihitung. Semakin besar beban yang diterima pelat maka semakin tebal pelat yang digunakan. Perhitungan tebal pelat selengkapnya akan di tampilkan pada halaman lampiran. Secara umum perhitungan mengenai tebal pelat didapatkan dari persamaan:

$$t_p = 22.4s\gamma\beta\sqrt{((pks)/(f\sigma 235))} \times 10^{-3}mm$$

Dimana

$f_\sigma$  = *limiting bending stress coefficient for the plating element under consideration given in Table 7.3.1 Limiting stress coefficient for local loading in Chapter 7*

$s$  = *stiffener spacing, in mm*

$\gamma$  = *convex curvature correction factor*

$\beta$  = *panel aspect ratio correction factor*  $p$  = *design pressure, in kN/m<sup>2</sup>*

Hasil dari perhitungan tebal pelat akan ditampilkan pada Tabel V. 15 dibawah ini:

Tabel V. 15 Hasil Perhitungan Tebal Pelat

Rangkuman Tebal Pelat		
Item	Tebal	Satuan
1. Pelat Alas	8	mm
2. Pelat Alas Dalam	8	mm
3. Pelat Sisi <i>Main Deck</i>	8	mm
4. Pelat Geladak Cuaca	8	mm
5. Pelat Geladak Interior	8	mm
6. Pelat Sisi <i>Deck House I dan II</i>	8	mm
7. Pelat Dinding Depan <i>Deck House I dan II</i>	8	mm
8. Pelat Dinding Belakang <i>Deck House I dan II</i>	6	mm
9. <i>Bulwark</i>	6	mm
10. Jendela Akrilik <i>Demihull</i>	8	mm
11. Jendela Akrilik Geladak	8	mm

## V.7. Perhitungan Berat Kapal

Pada perhitungan berat kapal *Yacht Catamaran* ini, ada dua kelompok utama yang dihitung yaitu *LWT (Light Weight Tonnage)* dan *DWT (Dead Weight Tonnage)*. Keduanya memiliki elemen yang berbeda beda dan apabila dijumlahkan akan menjadi berat total kapal. Pada sub bab ini akan ditampilkan perhitungan LWT dan DWT kapal.



### V.7.1. Perhitungan Berat LWT

*Lightweight* merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat aluminium, berat permesinan, dan berat perlengkapan kapal. Perhitungan berat aluminium dilakukan dengan perkalian tebal pelat dan luasan baik dari *software Maxsurf Modeler Advance* ataupun *Cad*. Perhitungan berat permesinan didapatkan dengan memastikan daya yang dibutuhkan kapal dan pemilihan mesin yang sesuai, sehingga berat permesinan dapat diperoleh. Sedangkan untuk perhitungan berat perlengkapan didapatkan dengan memastikan berat komponen-komponen terkait dan digabungkan. Perhitungan berat selengkapnya dapat dilihat di Lampiran pada sub bab ini hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat LWT kapal pada Tabel V. 16.

Tabel V. 16 Rekapitulasi Berat LWT Kapal

<i><b>LIGHT WEIGHT</b></i>			
<b>No.</b>	<b>Macam-Macam Berat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>
<b>Permesinan ;</b>			
1	Mesin Induk	1.534	ton
2	Generator	1.380	ton
<b>Perlengkapan ;</b>			
1	Total Perlengkapan	7.246	ton
<b>Konstruksi ;</b>			
1	Alas	3.503	ton
2	Lambung	2.874	ton
3	Geladak	3.672	ton
4	Bangunan Atas	4.470	ton
5	Estimasi Konstruksi Kapal	3.630	ton
6	<i>Railing</i>	1.218	ton
<b>SUBTOTAL</b>		<b>29.526</b>	<b>ton</b>

Setelah semua komponen berat LWT dihitung, maka berat total LWT pun dapat diketahui, yaitu 29.526 ton.

### V.7.2. Perhitungan Berat DWT

*Deadweight* merupakan berat mati kapal, yaitu berat dari jumlah penumpang dan kru, barang bawaan, bahan bakar, minyak lumas, dan air tawar, komponen DWT kapal terdiri dari berat penumpang dan barang bawannya, berat kru kapal dan bawannya, berat bahan bakar dan minyak pelumas, berat air tawar. Komponen berat DWT dapat dihitung secara langsung. Perhitungan berat selengkapnya dapat dilihat di Lampiran, pada sub bab ini hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat DWT kapal pada Tabel V. 17.

Tabel V. 17 Rekapitulasi Berat DWT Kapal

<b>DEAD WEIGHT</b>			
<b>No.</b>	<b>Macam-Macam Berat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>
1	Berat Bahan Bakar	0.080	ton
2	Berat Minyak Lumas	0.003	ton
3	Berat Air Tawar	1.013	ton
4	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	0.735	ton
5	Berat Kru dan Barang Bawaan	0.255	ton
<b>SUBTOTAL</b>		<b>2.085</b>	<b>ton</b>

Setelah semua komponen berat DWT dihitung, maka berat total DWT pun dapat diketahui, yaitu 2.085 ton.

### V.7.3. Koreksi Displasemen

Setelah nilai dari LWT dan DWT diketahui, selanjutnya dilakukan perhitungan koreksi *displacement* yang mengacu pada Hukum Archimedes. Koreksi displasemen adalah selisih antara berat dari LWT dan DWT dengan *displacement* kapal yang didesain dengan margin maksimum adalah 5%. Perincian dari koreksi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel V. 18.

Tabel V. 18 Koreksi Displasemen Berdasarkan Hukum Archimedes

<b>Koreksi Displasemen Menurut Hukum Archimedes</b>		
Berat total (penjabaran berat LWT + DWT)	31.611	ton
Displasemen	31.655	ton
Selisih margin adalah $\pm 5\%$ dari displasemen		
Selisih maksimal yang diijinkan	3.166	ton
Selisih displasemen dengan berat total	0.044	ton
	0.140	%
Kesimpulan	<b>Accepted</b>	

### V.8. Perhitungan Stabilitas Kapal

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, perhitungan stabilitas kapal menggunakan *software MaxsurfStability Enterprise*. Langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

- ❖ Dimulai dengan membuka *software Maxsurf Stability Enterprise* kemudian meng-import file pemodelan lambung kapal yang sudah dibuat di *software maxsurf pro*.

- ❖ Setelah terbuka *file* model lambung kapal, maka dilanjutkan dengan meng-*import* desain tangki tangki yang sudah pernah dibuat pada saat perencanaan tangki. Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah penentuan masa jenis muatan. Pada *software maxsurf hydromax professional* terdapat analisis massa jenis (*density*) muatan yang dapat dilihat pada menu *analysis – density*.

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	Fuel Oil (P)	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	7	8	3.8	4.5	1	0.5
2	Fuel Oil (S)	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	7	8	-4.5	-3.8	1	0.5
3	Lub Oil (P)	Tank	100	100	0.92		none	8	9	3.8	4.5	1	0.5
4	Lub Oil (S)	Tank	100	100	0.92		none	8	9	-4.5	-3.8	1	0.5
5	Fresh Water (P)	Tank	100	100	1		none	9	10	3.8	4.5	1	0.5
6	Fresh Water (S)	Tank	100	100	1		none	9	10	-4.5	-3.8	1	0.5
7	Diesel Oil (P)	Tank	100	100	0.84		none	10	11	3.8	4.5	1	0.5
8	Diesel Oil (S)	Tank	100	100	0.84		none	10	11	-4.5	-3.8	1	0.5
9	Slope Tank (P)	Tank	100	100	0.913		none	11	12	3.8	4.5	1	0.5
10	Slope Tank (S)	Tank	100	100	0.913		none	11	12	-4.5	-3.8	1	0.5

Gambar V. 7. Hasil perencanaan tangki tangki

- ❖ Setelah perencanaan tangki selesai, maka dilakukan input data berat kapal yang lainnya. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini data berat kapal yang dimasukkan antara lain penumpang dan bawannya, *crew* dan bawannya, *storage*, berat aluminium, interior ruangan, mesin induk, genset, *gearbox*, propeler dan poros. Selain berat, data yang dimasukkan yaitu *longitudinal arm*, *vertical arm* dan *transversal arm*.
- ❖ Pemilihan kriteria stabilitas untuk kapal. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini kriteria yang digunakan adalah *Intact Stability (IS) Code 2008* dan *IMO A.749 (18) Chapter 3*.
- ❖ Perencanaan kondisi pemuatan (*loadcase*). Hal ini dilakukan karena pada kondisi nyata nantinya, kapal akan memiliki banyak variasi kondisi seperti kondisi setengah muatan, kondisi muatan kosong dan lainnya. Maka pada pengerjaan Tugas Akhir ini kondisi yang di rencanakan adalah kondisi muatan penuh, kondisi (tangki) setengah penuh, dan kondisi (tangki) kosong.

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m
1	Lightship	1	0.000	0.000			26.352	0.000	0.000	0.000
2	Fuel Oil (P)	50%	0.330	0.165	0.350	0.175	7.515	4.150	0.625	0.027
3	Fuel Oil (S)	50%	0.330	0.165	0.350	0.175	7.515	-4.150	0.625	0.027
4	Lub Oil (P)	50%	0.322	0.161	0.350	0.175	8.515	4.150	0.625	0.026
5	Lub Oil (S)	50%	0.322	0.161	0.350	0.175	8.515	-4.150	0.625	0.026
6	Fresh Water (P)	50%	0.350	0.175	0.350	0.175	9.515	4.150	0.626	0.029
7	Fresh Water (S)	50%	0.350	0.175	0.350	0.175	9.515	-4.150	0.626	0.029
8	Diesel Oil (P)	50%	0.293	0.147	0.349	0.175	10.515	4.152	0.626	0.024
9	Diesel Oil (S)	50%	0.293	0.147	0.349	0.175	10.515	-4.152	0.626	0.024
10	Slope Tank (P)	50%	0.316	0.158	0.346	0.173	11.514	4.157	0.628	0.026
11	Slope Tank (S)	50%	0.316	0.158	0.346	0.173	11.514	-4.157	0.628	0.026
12	Total Loadca			1.612	3.490	1.745	9.479	0.000	0.626	0.264
13	FS correction								0.164	
14	VCG fluid								0.790	

Gambar V. 8Perencanaan kondisi (tangki) setengah penuh (50%)

- ❖ Langkah terakhir dari proses perhitungan stabilitas dengan maxsurf stability enterprise ini adalah menganalisis stabilitas dan melihat hasilnya.

Stabilitas adalah kriteria yang harus dipenuhi pada proses desain kapal untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*Loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal yang mengacu pada *Intact Stability (IS) High Speed Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull* dan *IMO A.749 (18) Chapter 3*. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut :

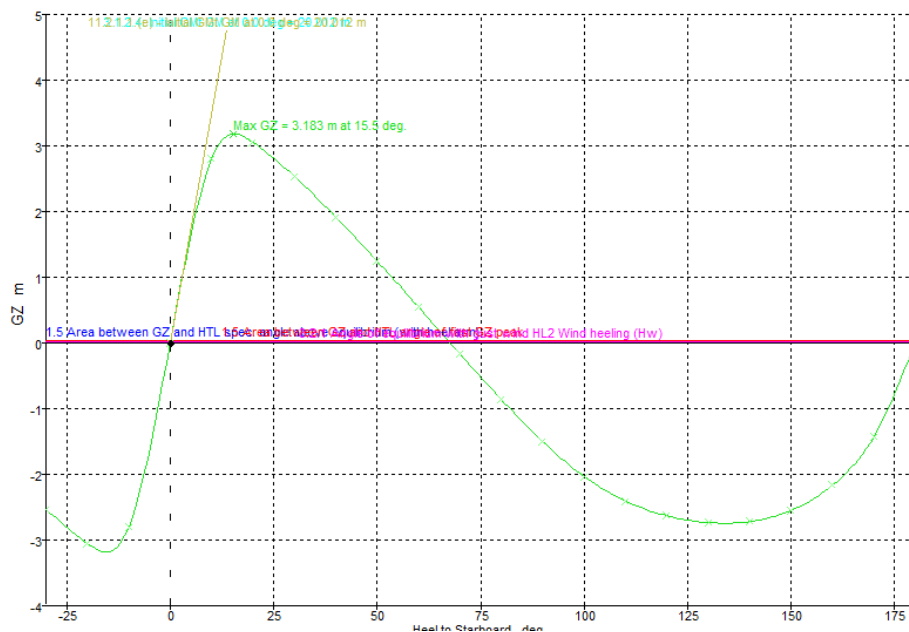
- a. Luas (A) di bawah kurva lengan pengembali (kurva GZ) sampai sudut 30 derajat tidak kurang dari 3,151 meter.deg;  
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- b. Luas di bawah kurva GZ sampai sudut 40° atau sudut *downflooding*  $\theta_f$ , jika sudut ini kurang dari 40 °, tidak boleh kurang dari 5,157 meter.deg;  
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- c. Luas di bawah kurva antara  $\theta = 30^\circ$  dan  $\theta = 40^\circ$  atau antara  $\theta = 30^\circ$  dan sudut *downflooding*  $\theta_f$ , jika sudut ini kurang dari 40°, tidak boleh kurang dari 1,719 meter.deg;  
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- d. GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat;  
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)
- e. GZ maksimal harus terjadi pada sudut minimal 10 derajat;  
(*IS Code 2008*)
- f. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0,15 meter.  
(*IMO A.749 (18) Chapter 3*)

Setelah dilakukan analisis stabilitas menggunakan *software maxsurf* maka dilakukan pemeriksaan kondisi stabilitas. Semua kondisi stabilitas berdasarkan criteria diatas harus dipenuhi. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini semua kondisi *loadcase* kapal harus di periksa dan hasilnya harus memenuhi criteria. Hasil dari pemeriksaan kondisi tersebut adalah sebagai berikut:

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	HSC 2000 A	1.1 Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0.0	deg	0.0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30.0	deg			
6		angle of max. GZ	15.5	deg	15.5		
7		first downflooding angle	n/a	deg			
8		higher heel angle	30.0	deg			
9		required GZ area at higher heel angle	3.1510	m.deg			
10		shall be greater than (>=)	6.1166	m.deg	32.3076	Pass	+428.19
11							
12	HSC 2000 A	1.2 Angle of max. GZ				Pass	
13		shall not be less than (>=)	10.0	deg	15.5	Pass	+54.55
14							
15	HSC 2000 A	1.5 Area between GZ and HTL				Pass	
16		Pass: crowding arm = $n \text{Pass} M / \text{disp.}$					
17		number of passengers: nPass =	0				
18		passenger mass: M =	0.075	tonne			
19		distance from centre line: D =	0.000	m			
20		cosine power: n =	0				
21		Turn arm: $a v^2 / (R g) h \cos^n(\phi)$					
22		constant: a =	1				
23		vessel speed: v =	0.000	kn			
24		turn radius: R =	200.000	m			
25		h = KG - mean draft / 2	2.330	m			
26		cosine power: n =	0				
27		Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos$					
28		constant: a =	1.50102				
29		wind model	Pressure				
30		wind pressure: P =	56.0	Pa			
31		area centroid height (from zero point):	0.000	m			
32		additional area: A =	0.000	m <sup>2</sup>			
33		height of lateral resistance: H =	0.000	m			
34		cosine power: n =	0				

Gambar V. 9 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan (*consumable*) 50%

Gambar diatas menunjukkan bahwa semua criteria pada *Intact Stability (IS) Code 2008* untuk kondisi muatan (*consumable*) 50% memenuhi atau pada hasil diatas ditunjukkan dengan *Pass*. Selain kondisi muatan 50% juga harus dianalisis untuk kondisi yang lain yaitu kondisi muatan *consumable* 100%, dan kondisi muatan *consumable* 0%.



Gambar V. 10 Grafik stabilitas kapal pada kondisi *loadcase consumable* 50%

Berdasarkan gambar grafik diatas maka dapat diketahui nilai maksimum GZ adalah 3.183 meter pada sudut 15.5 derajat.

#### ❖ Kondisi muatan *consumable* 100%

Pada saat kapal berangkat dari Pelabuhan Lembar menuju Pulau Gili Nanggu

Tabel V. 19 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan *consumable* 100%

<b>Kondisi muatan <i>consummable</i> penuh</b>		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A\theta_{(20)} \geq 0,075$	meter.derajat	25.840
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	35.340
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.704
$\theta GZ_{\max} \geq 15^\circ$	derajat	$20^\circ$
$GM \geq 0.35$	meter	9.589

❖ Kondisi muatan *consummable* 50%

Pada saat kapal menuju Pulau Gili Matra (Meno, Air, Trawangan) dari Pulau Gili Nanggu atau saat kapal menuju Pantai Senggigi dari Pulau Gili Matra.

Tabel V. 20 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan consumable 50%

<b>Kondisi muatan <i>consummable</i> 50%</b>		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A\theta_{(20)} \geq 0,075$	meter.derajat	14.137
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	37.470
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.948
$\theta GZ_{\max} \geq 15^\circ$	derajat	$20^\circ$
$GM \geq 0.35$	meter	8.630

❖ Kondisi muatan *consummable* 10%

Pada saat kapal pulang menuju Pelabuhan Lembar dari Pantai Senggigi.

Tabel V. 21 Hasil analisis stabilitas pada kondisi muatan *consumable* 10%

<b>Kondisi muatan <i>consummable</i> 10%</b>		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A\theta_{(20)} \geq 0,075$	meter.derajat	14.413
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	37.990
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.929
$\theta GZ_{\max} \geq 15^\circ$	derajat	$20^\circ$
$GM \geq 0.35$	meter	8.925

## V.9. Perhitungan *Freeboard* Kapal

Untuk perhitungan *Freeboard*, semua formula yang diberikan mengacu pada "International Convention of Load Lines, 1966" dan mengacu pada aturan "Non-Convention Vessel Standard

*Indonesia Flaged Chapter IV*". Hasil yang didapatkan adalah tinggi minimum *freeboard* yang diijinkan sehingga kapal bisa berlayar dengan rute pelayaran international.

Secara garis besar, tipe kapal dibedakan menjadi dua yaitu kapal tipe A dan kapal tipe B. Kapal tipe B adalah kapal selain tipe A, sedangkan kapal Tipe A adalah;

- a. Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- b. Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- c. Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir.

Sehingga kapal *Yacht Catamaran* adalah termasuk kapal tipe B.

Berikut ini adalah input awal yang diperlukan untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Non-Convention Vessel Standard Chapter 6* ;

#### ❖ Lambung Timbul Awal

$$\begin{aligned} Fb_1 &= 0.8 L \text{ (untuk } L < 50\text{m)} \\ &= 17.84\text{cm} \\ &= 0.1784 \text{ m} \end{aligned}$$

#### ❖ Faktor Koreksi

(koreksi dilakukan untuk  $C_B$ , H, dan bangunan atas)

- a. Koreksi lambung timbul terhadap koefisien blok ( $C_B$ )

Koreksi  $C_B$  hanya dilakukan untuk kapal dengan  $C_B > 0.68$ , sehingga tidak perlu dikoreksi.

- b. Koreksi lambung timbul terhadap tinggi kapal (H)

$$H = 3.60 \text{ m}$$

$$L/15 = 1.487 \text{ m}$$

Koreksi H hanya dilakukan untuk kapal dengan  $H > L/15$  , maka;

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= 20(H-L/15) \\ &= 42.267 \text{ cm} \\ &= 0.423 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fb_2 &= Fb_1 + \text{koreksi} \\ &= 0.601 \text{ m} \end{aligned}$$

- c. Koreksi lambung timbul terhadap bangunan atas

Untuk kapal yang tidak memiliki bangunan atas ( $b \geq 96\%$  B), maka tidak dilakukan koreksi lambung timbul.

Berdasarkan load lines batasan *freeboard* adalah *actual freeboard*  $\geq$  *minimum freeboard* dimana:

- *Actual freeboard* merupakan tinggi freeboard yang sebenarnya (H-T)
- Sedangkan *freeboard* minimum adalah hasil perhitungan menurut ILLC 1966 beserta koreksinya.

Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Actual Freeboard} &= H - T \\
 &= 3.60 - 1.52 \\
 &= 2.08 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan dan koreksi lambung timbul maka akan didapatkan nilai lambung timbul yang dilihat pada Tabel V. 22.

Tabel V. 22 Hasil Koreksi Perhitungan *Freeboard*

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.60	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.08	m
Kondisi	<b>Diterima</b>	

#### V.10. Perhitungan Trim Kapal

Trim adalah selisih antara LCB dan LCG. Batasan trim didasarkan pada selisih keduanya dengan batasan lebih kecil atau sama dengan  $0,1\% \times \text{LWL}$ . Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, trim dihitung berdasarkan metode Parametric Design, Chapter 11 karangan Michael G. Parsons. Dalam metode tersebut, untuk melakukan pemeriksaan syarat dan trim kapal diperlukan beberapa input sebagai berikut: Titik berat kapal (KG dan LCG)

$$\text{KG} = 3.255 \text{ m}$$

$$\text{LCG} = 10.70 \text{ m (dari AP)}$$

Titik berat gaya tekan keatas (KB dan LCB)

$$\text{KB} = 1.142 \text{ m}$$

$$\text{LCB} = 10.39 \text{ m (dari AP)}$$

#### Jari – jari metacentre melintang kapal ( $\text{BM}_T$ )

$$\text{BM}_T = I_T / \nabla$$

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 I_T &= \text{Momen inersia melintang kapal} \\
 &= C_I * B^3 * L_{pp}
 \end{aligned}$$



$$C_I = 0.046$$

$$I_T = 0.046 * (3.3)^3 * 22.30$$

$$= 839.373 \text{ m}^4$$

$$\text{Jadi } BM_T = 839.373/30.880$$

$$= 27.179 \text{ m}$$

#### **Jari – jari metacentre memanjang kapal ( $BM_L$ )**

$$BM_L = I_L / \nabla$$

Dimana ;

$$I_L = \text{Momen inersia memanjang kapal}$$

$$= C_I * L_{pp}^3 * B$$

$$C_I = 0.036$$

$$I_L = 0.061 * (22.30)^3 * 3.30$$

$$= 3,716.8505 \text{ m}^4$$

$$\text{Jadi } BM_L = 3,716.8505/30.880$$

$$= 120.351 \text{ m}$$

#### **Tinggi metacentre kapal ( $GM_L$ )**

$$GM_L = KB + BM_L - KG$$

$$GM_L = 118.238 \text{ m}$$

$$\text{Trim} = (LCG - LCB) \times (L/GM_L)$$

$$= 0.0585 \text{ m}$$

Pengecekan kondisi dan kriteria trim

$$\text{Kondisi} = \text{Trim Buritan}$$

$$\text{Maksimal} = 0.5\% \times L_{wl}$$

$$= 0.1115 \text{ m}$$

Nilai positif pada selisih LCG dan LCB menunjukkan bahwa kapal berada pada kondisi trim buritan. Kondisi seperti yang dihitung diatas berada pada saat kapal muatan penuh. Nilai trim masih dibawah batas maksimal, sehingga batasan trim kapal dipenuhi.

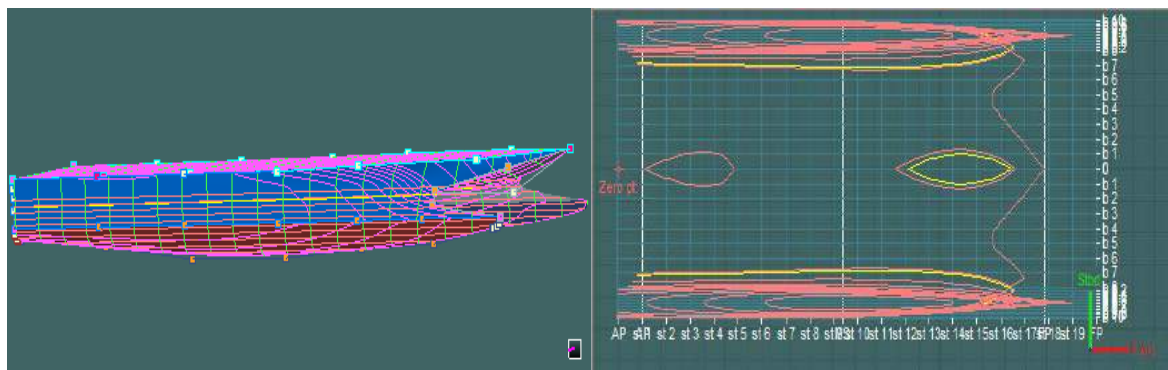
#### **V.11. Pembuatan Desain Kapal**

Dalam pembuatan desain kapal meliputi : Desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Desain Rencana Umum (*General Arrangement*) & Desain 3D Etnik.

### V.11.1.Desain Rencana Garis

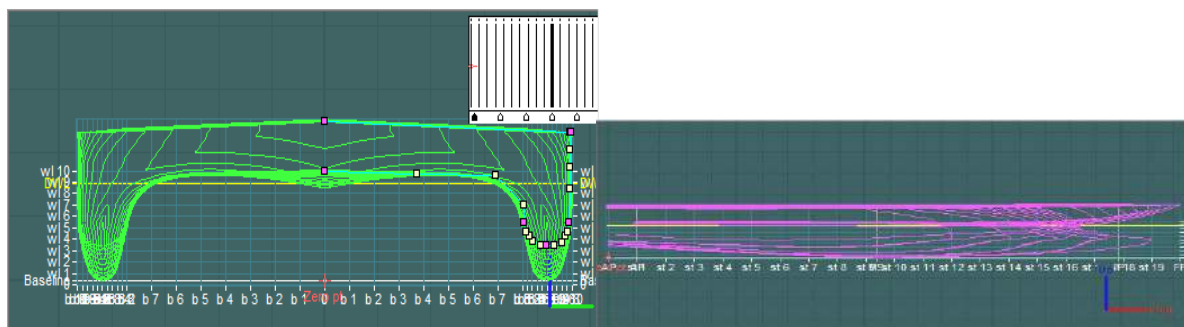
Proses pembuatan desain rencana garis dimulai setelah ukuran utama kapal diketahui, yaitu pada saat penentuan ukuran utama kapal. Dalam proses desainnya, penulis menggunakan software *maxsurf pro* untuk membuat model lambung kapal. Model kapal dibentuk sedemikian rupa sehingga karakteristik hidrostatik, *ship particulars* dan *hullform coefficient* dari model *Ethnic Yacht* dalam aplikasi Maxsurf telah sesuai dengan nilai hasil perhitungan yang dilakukan sebelumnya. Langkah langkah yang dilakukan dalam desain *linesplan* dengan aplikasi Maxsurf adalah sebagai berikut:

- Membuka software maxsurf
- Meng-*import* sample design *catamaran*
- Menentukan ukuran utama pada *size surface*
- Pengaturan *station*, *water line*, *buttock line* pada *design grid*
- Pengaturan *Unit*, *Grid Spacing* dan *Frame of References*
- Pengaturan *Control Point*
- *Fairing Linesplan*
- Pengecekan kesesuaian *hidrostatik*



(a) Perspektif

(b) Waterline



(c) Body Plan

(d) Sheer Plan

Gambar V. 11 Desain *Lines Plan* dengan *Maxsurf Pro*

Setelah di dapatkan desain seperti pada gambar diatas maka langkah terakhir dari proses pembuatan linesplan ini adalah meng-*eksport* ke format dxf untuk selanjutnya diperhalus garisnya menggunakan *software AutoCAD*. Selanjutnya dilakukan penggabungan dari setiap penampakan gambar menjadi satu gambar dan memberikan keterangan garis dan nama gambar. Hasil akhir dari proses ini ditampilkan pada Gambar V. 11.

### V.11.2.Desain Rencana Umum

Berdasarkan gambar *Lines Plan* yang sudah di desain, maka dilanjutkan dengan pembuatan *General Arrangement* untuk merencanakan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software AutoCAD*. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *General Arrangement* katamaran ini yaitu penataan geladak geladak pada kapal dengan baik agar memberikan kenyamanan dan kesesuaian dengan konsep desain yang diusung. Selain itu juga harus di perhatikan mengenai desain kapal secara keseluruhan untuk menjaga estetika kapal secara utuh sehingga mampu menjadi daya tarik sendiri bagi penumpang. Semakin menarik desain kapal wisata maka semakin banyak pula penumpang yang tertarik menggunakannya. Peletakan peralatan juga harus diperhatikan agar sesuai dengan perhitungan titik berat kapal.

Pada langkah penentuan ukuran utama kapal, dibuat dahulu *layout* awal kapal yang akan digunakan sebagai dasar dalam membuat desain *General Arrangement*. Kapal *Ethnic Yacht* ini memiliki 3 geladak dengan luas permukaan, fungsi dan fasilitas yang berbeda beda. Pada geladak kedua dan ketiga, digunakan sebagai hotel bagi wisatawan yang berkunjung bersama keluarga yaitu kamar *Type A (Single Room)*, *Type B (Family Room)* dan *Type C (Luxurious Room)*. Di setiap tipe kamar tentunya memiliki fasilitas berbeda.

Langkah selanjutnya adalah penentuan fasilitas pada setiap jenis kamar dan ruangan lain yang ada di geladak kapal. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui berat setiap kamar serta titik berat kamar tersebut. Spesifikasi setiap kamar adalah sebagai berikut:

Tabel V. 23 Spesifikasi tipe kamar

Jenis Kamar	Ukuran Kamar	Fasilitas
<i>Type A (Single Room)</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Single Bed</i> (1)</li> <li>• Almari Penyimpanan</li> <li>• <i>Air Conditioner</i></li> <li>• LED TV</li> </ul>
<i>Type B</i>	2.5 m x 3.5 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>King Size Bed</i></li> </ul>

<i>(Family Room)</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almari Penyimpanan</li> <li>• <i>Air Conditioner</i></li> <li>• LED TV</li> <li>• Kamar mandi dalam</li> </ul>
<b>Type C</b> <i>(Luxurious Room)</i>	3.0 m x 6.0 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>King Size Bed</i></li> <li>• Almari Penyimpanan</li> <li>• <i>Air Conditioner</i></li> <li>• LED TV</li> <li>• Kamar mandi dalam</li> <li>• Lukisan</li> </ul>

Setelah *layout* pembagian ruangan dan spesifikasinya selesai, maka dilanjutkan dengan proses desain dengan memasukkan *item* yang sudah direncanakan menggunakan *software AutoCAD*. Untuk menambah estetika kapal maka dilakukan beberapa penambahan *item* pada gambar *General Arrangement* termasuk juga pada kerangka utama kapal.

### V.11.3.Desain Keselamatan Kapal

*Ethnic Yacht* ini di desain untuk mengangkut 7 penumpang dan 3 *crew* kapal. Sehingga, harus dilakukan perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah manusia yang ada di kapal dan ruang akomodasi yang ada di kapal.

- ***Lifebuoy***

Ketentuan jumlah *lifebuoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/22-1 dapat dilihat pada Tabel V. 24 dibawah.

Tabel V. 24Ketentuan jumlah *lifebouy*

<b>Panjang Kapal (m)</b>	<b>Jumlah <i>Lifebuoy</i> Minimum</b>
Di bawah 60	8
Antara 60 sampai 120	12
Antara 120 sampai 180	18
Antara 180 sampai 240	24
Lebih dari 240	30

Panjang (Lpp) kapal *Ethnic Yacht* adalah 22.30 meter, sehingga jumlah minimal *lifebuoy* yang harus tersedia adalah 8 buah. Spesifikasi *lifebuoy* berdasarkan LSA Code II/2-1 adalah sebagai berikut :

- Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
- Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- Mempunyai massa tidak kurang dari 2,5 kg.
- Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Sedangkan ketentuan untuk jumlah dan peletakan *lifebuoy* menurut SOLAS Reg. III/7-1 adalah:

- Didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal. Pada sisi belakang kapal (buritan kapal) harus diletakkan 1 buah *lifebuoy*.
- Setidaknya satu pelampung diletakkan di setiap sisi kapal dan dilengkapi dengan tali penyelamat.
- Tidak kurang dari 1,5 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan pelampung dengan lampu menyala (*lifebuoy self-igniting lights*). Sedangkan untuk kapal penumpang setidaknya 6 *lifebuoy* harus dilengkapi *lifebuoy self-igniting lights*.
- Tidak kurang dari 2 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan *lifebuoy self-activating smoke signal* dan harus mudah diakses dari *Navigation bridge*.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan jumlah dan peletakan *lifebuoy* pada kapal *Ethnic Yacht* dapat dilihat pada Tabel V. 25.

Tabel V. 25 Perencanaan jumlah dan peletakan *lifebuoy*

Jenis <i>Lifebuoy</i>	Lower Deck	1 <sup>st</sup> Deck	2 <sup>nd</sup> Deck
<i>Lifebuoy</i>	-	1	-
<i>Lifebuoy with line</i>	-	2	-
<i>Lifebuoy with self-igniting lights</i>	1	2	-
<i>Lifebuoy with smoke signal</i>	-	1	1

- *Lifejacket*

Kriteria ukuran *lifejacket* menurut LSA code II/2.2 dapat dilihat pada Tabel V. 26.

Tabel V. 26 Kriteria ukuran *lifejacket*

Ukuran <i>Lifejacket</i>	Balita	Anak-anak	Dewasa
Berat (kg)	< 15	15 - 43	> 43
Tinggi (cm)	< 100	100 - 155	> 155

Sedangkan ketentuan jumlah dan penempatan *lifejacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2 adalah sebagai berikut :

- a. Sebuah *lifejacket* harus tersedia untuk setiap orang di atas kapal, dan dengan ketentuan :
  - ❖ Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang.
  - ❖ Untuk kapal penumpang dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi di dalam kapal.
  - ❖ Jumlah *lifejacket* untuk anak-anak sedikitnya sama dengan 10 % dari jumlah penumpang atau boleh lebih banyak sesuai permintaan ketersediaan *lifejacket* untuk setiap anak.
  - ❖ Jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia untuk orang-orang pada saat akan menuju *survival craft*. *Lifejacket* tersedia untuk orang-orang yang berada di *bridge deck*, ruang kontrol mesin, dan tempat awak kawal lainnya.
  - ❖ Jika *lifejacket* yang tersedia untuk orang dewasa tidak didesain untuk berat orang lebih dari 140 kg dan lingkaran dada mencapai 1.750 mm, jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia di kapal untuk setiap orang tersebut.
- b. *Lifejacket* harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan dengan penunjuk posisi yang jelas.
- c. *Lifejacket* yang digunakan di *totally enclosed lifeboat*, kecuali *free fall lifeboats*, tidak boleh menghalangi akses masuk ke dalam *lifeboat* atau tempat duduk, termasuk pada saat pemasangan sabuk pengaman.

Ketentuan perencanaan peletakan *lifejacket* berdasarkan SOLAS Reg. III/22 adalah sebagai berikut :

- a. *Lifejacket* harus diletakkan di tempat yang mudah dilihat, di geladak atau di *muster station*.
- b. *Lifejacket* penumpang diletakkan di ruangan yang terletak langsung diantara area umum dan *muster station*. Untuk kapal pelayaran lebih dari 24 jam, *lifejacket* harus diletakkan di area umum, *muster station*, atau diantaranya.
- c. *Lifejacket* yang digunakan pada kapal penumpang harus tipe *lifejacket lights*.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan peletakan *lifejacket* dapat dilihat pada Tabel V. 27 dibawah.

Tabel V. 27 Perencanaan dan peletakan *Lifejacket*

<i>Lifejacket</i>	<i>Lower Deck</i>	1 <sup>st</sup> Deck	2 <sup>nd</sup> Deck
-------------------	-------------------	----------------------	----------------------

<i>Lifejacket</i>	3	5	2
<i>Childs Lifejacket</i>	-	1	-

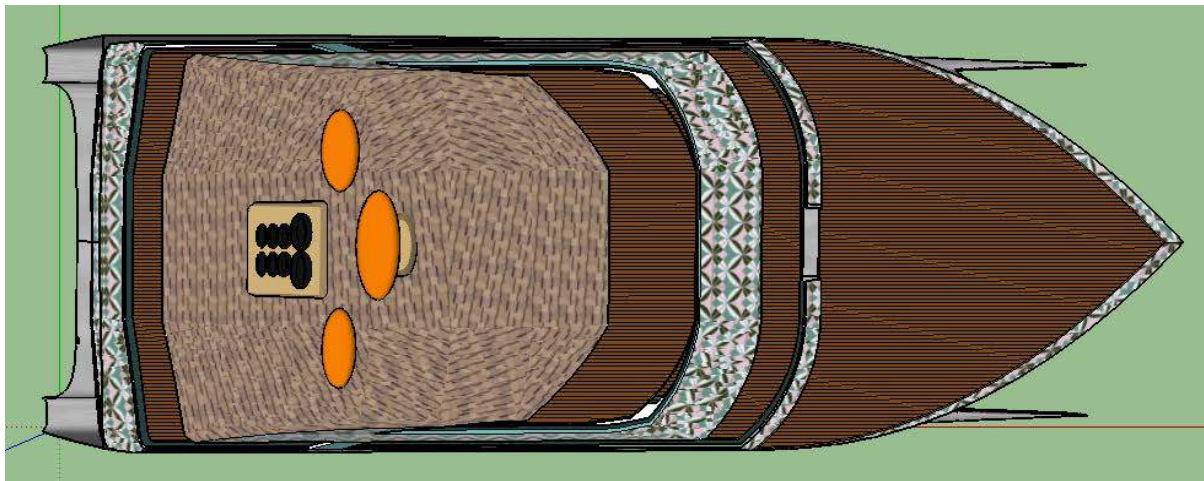
- ***Muster / Assembly Stasion***

*Muster stasion* merupakan area untuk berkumpul disaat terjadi bahaya. Rencananya *muster stasion* akan diletakkan pada dek pertama di bagian haluan kapal. Ketentuan letak *muster stasion* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut :

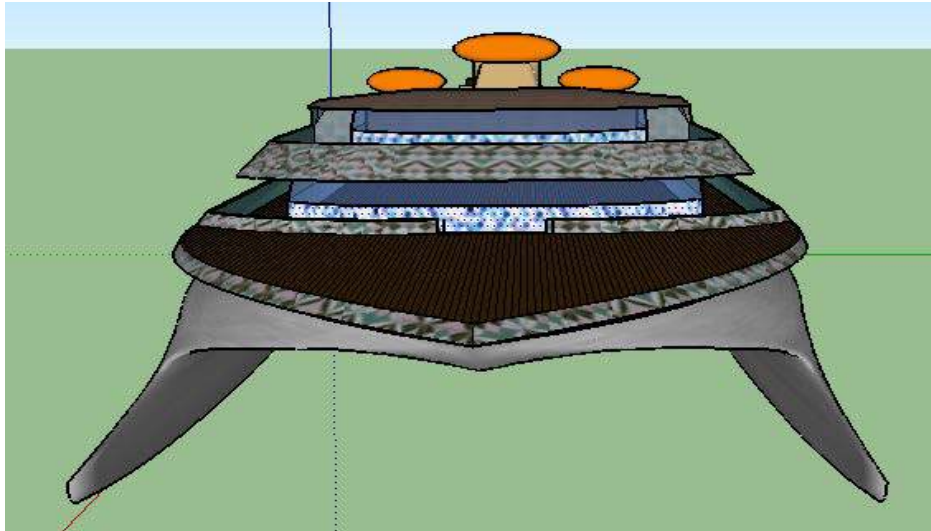
- Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
- Simbol *Muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan mudah terlihat.

#### **V.11.4.Desain 3D Etnik**

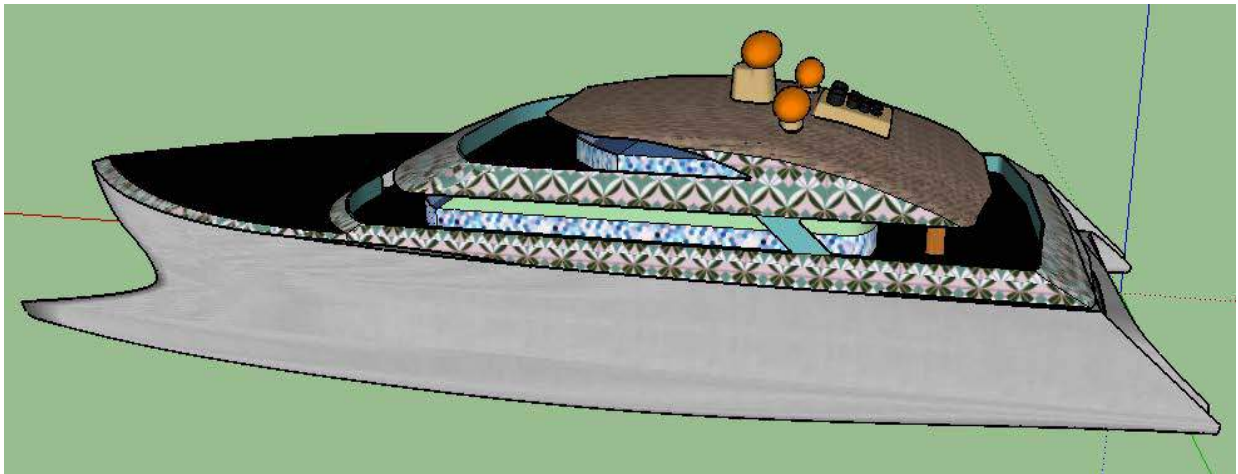
Dari *General Arrangement* yang sudah dibuat maka dilanjutkan dengan pembuatan desain interior atau desain 3 dimensi menggunakan *software Google SketchUp 8*. Pembuatan desain interior ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam memvisualisasikan bentuk dari *Ethnic Yachtini*. Berikut ini akan ditampilkan gambar gambar hasil desain interior.



(a)



(b)



(c)

Gambar V. 12Interior etnik kapal (a) Tampak Atas (b) Tampak Depan (c) Tampak Samping

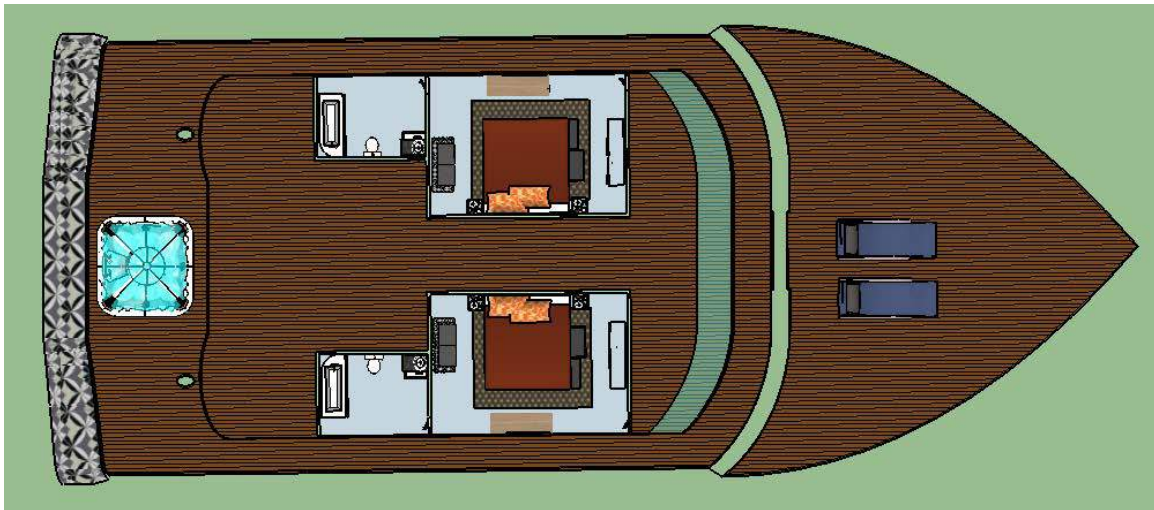
Dari ketiga gambar diatas (Gambar V. 12)sudah bisa dibayangkan bentuk interior luar kapal secara keseluruhan. Konsep desain minimalis dengan warna dasar putih dipakai untuk memberikan kesan elegan dan mewah pada kapal, ditambah dengan coretan coretan warna biru dan hitam yang semakin menambah nilai estetika kapal. Dinding kapal di dominasi oleh kaca film terang namun terlihat samar dari luar, supaya wisatawan bisa melihat keluar sehingga membuat perjalanan tidak membosankan. Pada bagian belakang kapal terdapat akses keluar masuk bagi wisatawan.

Untuk memperindah tampilan kapal, pada bagian permukaan dinding luar kapal diberikan pelapisan menggunakan *ACP (Aluminium Composite Panel)* sehingga kerangka luar (*Aluminium*) kapal tidak terlihat. Sedangkan untuk sisi alas kapal menggunakan pelapisan menggunakan kayu jati. Pada *roof top* kapal terdapat *main mast* yang unik dengan kombinasi bentuk balok dan bola bola sehingga memberikan kesan kapal semakin minimalis.





(a)



(b)

Gambar V. 13 Interior didalam kapal pada (a) Dek 2 (b) Dek 1

Pada Gambar V. 13 ini ditampilkan desain interior kapal pada bagian dalam, meliputi penataan ruangan dan perabotan yang ada di setiap ruangan. Desain interior setiap ruangan tetap mengacu pada konsep desain kapal secara umum. Warna putih dan abu abu menjadi warna dasar pada setiap ruangan. Pada dek pertama terdapat 3 kamar dengan 2 tipe yang berbeda. Tipe kamar A (*Family Room*) berkapasitas masing-masing 2 orang. Disamping kamar *Family Room* terdapat 1 kamar tipe B dengan kapasitas 1 orang (*Single Room*). Pada bagian depan dek terdapat *main hall* yang sangat luas untuk bersantai dan berjemur dibawah sinar matahari sekaligus sebagai tempat berkumpul (*muster point*) apabila terjadi kecelakaan. *Outdoor Jacuzzi* terdapat pada belakang kapal sebagai tempat untuk relaksasi bagi wisatawan atau sekedar berendam air hangat. Pada dek kedua terdapat kamar utama dengan kapasitas 2 orang. Ruang keluarga dan dapur juga teletak di belakang kamar utama

digunakan sebagai tempat berkumpul bersama keluarga. Pada setiap dek terdapat 2 buah tangga naik turun yang terletak di bagian sisi dek.

## V.12. Perhitungan Ekonomis

Pada sub bab ini akan membahas mengenai biaya produksi kapal, biaya oprasional kapal dan analisis kelayakan investasi.

### V.12.1. Biaya Produksi Kapal

Analisis biaya produksi dilakukan dengan membagi komponen biaya produksi menjadi empat biaya, yaitu biaya struktur kapal, biaya permesinan, biaya perlengkapan kapal, dan biaya koreksi. Biaya struktur kapal dihitung dengan cara menghitung berat aluminium kapal yang dibutuhkan dikalikan dengan *unit price* dari aluminium. Biaya permesinan kapal didapat dengan menghitung harga masing-masing dari semua komponen permesinan. Biaya perlengkapan kapal didapat dengan menghitung harga masing-masing dari semua komponen perlengkapan kapal. Sedangkan biaya koreksi dibagi menjadi tiga, yaitu Koreksi I sebesar 10% dari biaya produksi untuk kemungkinan tak terduga, Koreksi II sebesar 3% untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya inflasi nilai mata uang selama proses produksi berlangsung, dan Koreksi III sebesar 10% untuk keuntungan galangan, seperti yang dapat dilihat pada Tabel V. 28. (Watson G. D., 1998), (Gustian, 2012).

Tabel V. 28 Biaya Produksi Kapal

Rekapitulasi Biaya Produksi			
1. Biaya Al&Elektroda	=	59,257.52	USD
2. Biaya Kaca	=	409.76	USD
3. Biaya Cat	=	9,452.50	USD
4. Biaya Permesinan	=	102,250.00	USD
5. Biaya Perlengkapan	=	94,448.40	USD
6. Keuntungan Galangan	=	25,636.57	USD
7. Biaya Inflasi	=	7,690.97	USD
8. Biaya Tak Terduga	=	25,636.57	USD
9. Sea Trial	=	14,285.71	USD
TOTAL (USD)	=	315,329.79	USD
Kurs Rp-USD 2017 (BCA)	=	14,000	Rp/USD
<b>Total (Rp)</b>	<b>=</b>	<b>4,781,883,554.94</b>	<b>Rp</b>

Untuk memenuhi biaya produksi tersebut, dilakukan peminjaman dari bank dan biaya dari perusahaan pemilik kapal. Bank yang dipilih untuk peminjaman biaya produksi adalah Bank Mandiri. Bank Mandiri pun memiliki ketentuan terkait kredit investasi. Berikut adalah persyaratan yang diberikan;

- Mempunyai *Feasibility Study*
- Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP dan lain-lain
- Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (*Grace Period*)
- Maksimum pembiayaan bank adalah 65% dan *Self Financing* (SF) 35%

Berdasarkan ketentuan tersebut, berikut pada tabel Tabel V. 29 adalah rincian biaya yang dikeluarkan dan dipinjam dari Bank Mandiri;

Tabel V. 29 Rincian Biaya Investasi

Komponen Biaya		Nilai	Keterangan
Kurs Dolar-Rupiah (BCA, 2016)	=	14,000	Rp/USD
Biaya Produksi	=	4,781,883,554.94	Rp
Jumlah Pinjaman Bank	=	65%	
Besar Pinjaman Bank	=	3,108,224,310.71	Rp
Jumlah Bunga Bank	=	13.5 %	/tahun
Besar Bunga Bank	=	419,610,281.95	Rp
Masa Pinjaman (Tahun)	=	10	Tahun
Sistem Pembayaran Cicilan	=	1	/tahun
Besar Cicilan Setiap Tahun	=	730,432,713.02	Rp

#### V.12.2. Biaya Operasional Kapal

Perhitungan biaya operasional dari kapal yang didesain dilakukan dengan memecah komponen biaya operasional menjadi dua kelompok biaya, yaitu biaya operasional tetap (*fixed operational cost*) dan biaya operasional berubah (*variable operational cost*), seperti yang terlihat pada Tabel V. 30. Berikut adalah komponen biaya operasional tetap yang dikeluarkan;

- *Loan payment per year* (Pembayaran pinjaman per tahun)
- *Crew salary & insentive* (Gaji Kru)
- *Maintenance cost* (Biaya pemeliharaan)
- *Insurance* (Biaya asuransi)

Sedangkan untuk biaya operasional berubah adalah bahan bakar dan air tawar. Besarnya biaya tersebut ditentukan berdasarkan waktu dan jarak operasi kapal yang didesain.

Tabel V. 30 Rincian Biaya Operasional Tetap

Rekapitulasi Biaya Operasional Setiap Tahun				
1	Biaya Cicilan Bank	=	Rp	730,432,713.02
2	Biaya Asuransi	=	Rp	239,094,177.75
3	Biaya Perawatan	=	Rp	478,188,355.49
4	Biaya Gaji Kru	=	Rp	144,000,000.00
5	Biaya Bahan Bakar	=	Rp	891,108,000.00
6	Biaya Air Tawar	=	Rp	29,976,906.67
<b>Total</b>		=	<b>Rp</b>	<b>2,512,800,152.92</b>

### V.12.3. Analisis Kelayakan Investasi

Analisis kelayakan investasi untuk kapal yang didesain menggunakan metode *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (PP). Untuk dapat melakukan analisis kelayakan investasi, maka dilakukan analisis terhadap pendapatan dari perencanaan wisata kapal yang didesain terlebih dahulu. Pendapatan dapat dihitung dari penargetan jumlah trip dan harga sewa kapal pada setiap harinya.

Jumlah trip kapal yang direncanakan akan berbeda pada setiap bulannya berdasarkan jumlah hari libur (*weekend*). Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah kunjungan wisatawan pada hari libur. Sehingga dalam satu tahun akan beroperasi selama 296 hari. Dalam menentukan harga sewa kapal merujuk pada situs [www.yachtcharterfleet.com](http://www.yachtcharterfleet.com) sehingga harga sewa kapal mampu bersaing dengan kapal yang sudah beroperasi di Pulau Lombok. Diasumsikan harga sewa pada hari biasa (*weekdays*) sebesar Rp 18.000.000,00. Sedangkan untuk harga sewa pada hari libur (*weekend*) sebesar Rp 28.000.000,00.

Setelah harga sewa kapal dan jumlah trip sudah ditentukan, maka perkiraan pendapatan dapat dilakukan. Dengan dilakukan trip selama 296 hari dalam satu tahun didapatkan pendapatan setiap tahunnya sebesar Rp 3.234.000.000,00. Selanjutnya *cumulative cash flow* dilakukan dengan *cumulative cost* sebagai *cumulative outflow* dan *cumulative revenue* sebagai *cumulative inflow* seperti yang tertera pada Tabel V. 31

Tabel V. 31 Cash Flow Investasi Kapal

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-2512800153	-	-2512800153	-2512800153
1	3234000000	-2512800153	721199847.1	-1791600306

2	3234000000	-2512800153	721199847.1	-1070400459
3	3234000000	-2512800153	721199847.1	-349200611.7
4	3234000000	-2512800153	721199847.1	371999235.4
5	3234000000	-2512800153	721199847.1	1093199082
6	3234000000	-2512800153	721199847.1	1814398930
7	3234000000	-2512800153	721199847.1	2535598777
8	3234000000	-2512800153	721199847.1	3256798624
9	3234000000	-2512800153	721199847.1	3977998471
10	3234000000	-2512800153	721199847.1	4699198318

Dari *cumulative cash flow* ini, selanjutnya dilakukan analisis kelayakan investasi dengan menggunakan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period* (PP). Berikut adalah hasil analisis kelayakan investasi yang dilakukan;

Tabel V. 32 Hasil Analisis Kelayakan Investasi Kapal

Komponen Analisis	Nilai
<i>Discount Rate from Bank</i>	13.50%
<i>Net Present Value</i>	Rp. 1,160,290,152
<i>Internal Rate of Return</i>	17 %
<i>Payback Period</i>	6.63 Tahun

Berdasarkan Tabel V. 32, maka dapat disimpulkan bahwa investasi Kapal dengan pola operasionalnya adalah layak, karena telah memenuhi kriteria-kriteria kelayakan investasi berikut;

- Nilai NPV > 0
- Nilai *Internal Rate of Return* > *Discount Rate from Bank*
- *Payback Period* < *Maximum Credit Time Window from Bank*.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1. Kesimpulan**

Dari seluruh pembahasan yang sudah dipaparkan pada beberapa bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Dari hasil analisis teknis dan ekonomis, maka jumlah penumpang yang dapat diangkut adalah 7 orang dan 3 kru kapal.
2. Hasil desain *Ethnic Yacht* berupa *Lines Plan* dan *General Arrangement*, seperti yang terlampir. Sedangkan ukuran utama kapal yang digunakan adalah sebagai berikut;
  - *Length Overall* (LOA) : 22.30 meter
  - *Length of Perndicular* (LPP) : 22.30 meter
  - *Length of Waterline* (LWL) : 22.30 meter
  - *Breadth Moulded* (BM) : 9.30 meter
  - *Breadth of Demihull* (B1) : 3.30 meter
  - *Draught* (T) : 1.52 meter
  - *Depth* (D) : 3.60 meter
  - *Block Coefficient* (CB) : 0.398
3. Dari hasil analisis kelayakan investasi terkait perencanaan wisata dengan *Ethnic Yacht*, didapat hasil sebagai berikut;
  - *Building Cost* : Rp 4,781,883,554.94
  - *Loan from bank* : Rp 3,108,224,310.71
  - *Loan Duration* : 10 Tahun
  - *Discount Rate from bank* : 13.5 %
  - *Net Present Value* (NPV) : Rp 1,160,290,152
  - *Internal Rate of Return* (IRR) : 17%
  - *Payback Period* : 6.63Tahun

## **VI.2. Saran**

Saran yang dapat diberikan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut;

1. Desain etnik yang dirancang perlu dikaji lebih lanjut sehingga sesuai dengan nuansa etnik khas Pulau Lombok.
2. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal *Ethnic Yacht* ini menggunakan material aluminium.
3. *Self-Propelled Resort* ini merupakan kapal wisata, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap konsep pariwisata berkelanjutan yang mendalam mengenai aspek ekonomi, sosial-budaya serta aspek lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, W. (2016). Tugas Akhir. DESAIN KAPAL WISATA KATAMARAN UNTUK KEPULAUAN KARIMUNJAWA. Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.
- BPS Nusa Tenggara Barat. (2017). Retrieved June 7, 2017.
- Darmawan, E. (2012). Studi Perancangan Glass Bottom Catamaran Untuk Menunjang Objek Wisata Di Kawasan Anak Gunung Krakatau. *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan UNDIP*, 3.
- Gustian, A. (2012). Studi Perancangan Trash Skimmer Boat di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS*.
- Haik, Y., & Shanin, T. (2011). *Engineering Design Process*. Stamford: Global Engineering.
- <http://backpackercantik.blogspot.com>. (2016). Retrieved May 24, 2017.
- <http://lombok-travel.com>. (2013). Retrieved May 24, 2017.
- <http://planetkapal.com>. (2012). Retrieved May 24, 2017.
- <https://id.wikipedia.org>. (2017, March 16).
- <http://www.lombok-trip.com>. (2014). Retrieved May 24, 2017.
- Insel, M., & Molland, A. F. (1992). An Investigation into Resistance Components of High Speed Displacement Catamaran 2.
- Lewis, E. V. (1988). *Principle of Naval Architecture Vol. II*. New Jersey: SNAME.
- Lloyd's Register. (2016). *Rules and Regulations for The Classification of Special Craft Service*. Lloyd's Register.
- Navionics Webapp. (2017). Retrieved May 24, 2017.
- Parsons, M. G. (2003). Parametric Design. 2.
- Rismayadi, T. (2016). Aktivitas Promosi Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Lombok Barat Dalam Meningkatkan Jumlah Kunjungan Wisata.



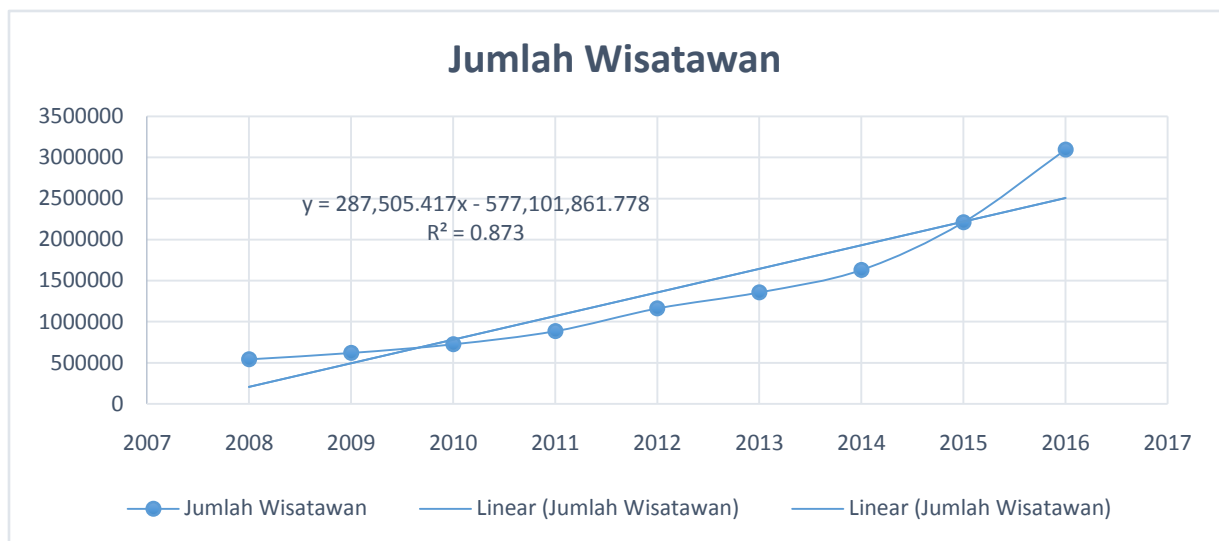
- Sahoo, P. K., Salas, M., & Schwetz, A. (2007). Practical Evaluation of Resistance of High-Speed Catamaran Hull Forms – Part I. 14.
- Watson, G. D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. I). (R. Bhattacharyya, Ed.) New York: ELSEVIER.
- Windia, P. (2016). Desain Glass Botom Catamaran Untuk Menunjang Wisata Kepulauan Seribu. *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS*, 5.

## LAMPIRAN A

### PERHITUNGAN TEKNIS DAN PERHITUNGAN EKONOMIS

**Jumlah Wisatawan di Pulau Lombok**

Tahun	Jumlah Wisatawan
2008	544501
2009	619730
2010	725388
2011	886880
2012	1163142
2013	1357602
2014	1629122
2015	2210527
2016	3094437
	12231329



Berdasarkan grafik di atas, wisatawan yang akan datang pada tahun 2017 dapat dihitung menggunakan persamaan  $y = 287505.417x - 577101861.778$  dengan koefisien error 10%.

Jumlah wisatawan 2017 : 2516908 orang / tahun  
 : 937344/ 365  
 : 6896 orang / hari

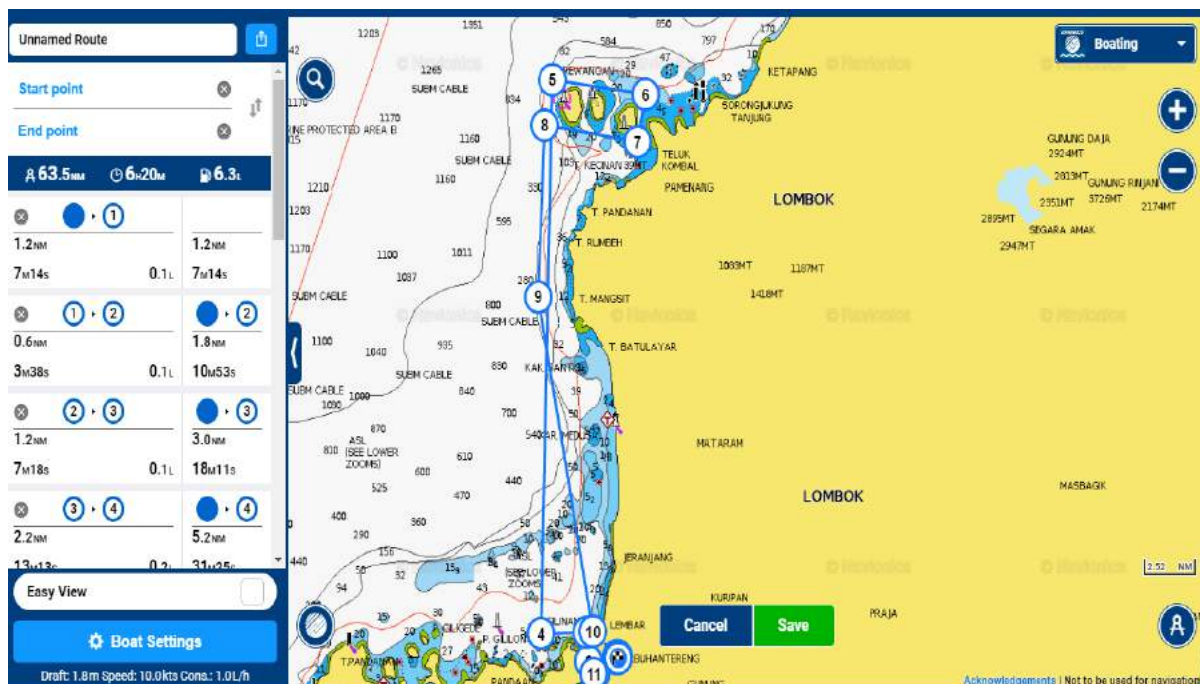
Wisata di Lombok sebagian besar adalah wisata bahari, akan tetapi wisatawan disana terkadang tidak hanya berwisata ke pantai namun ada juga yang menikmati wisata survival dan wisata sejarah. Dari informasi dinas pariwisata Kabupaten Lombok Utara wisatawan bahari di Pulau Tiga Gili sekitar 3% dari jumlah wisatawan di tahun 2017

: 75507 orang / tahun  
 orang /  
 : 207 hari

Setelah didapatkan jumlah wisatawan yang akan berkunjung pada tahun 2017, maka jumlah dan kapasitas kapal yang diperlukan dapat diketahui dari selisih jumlah wisatawan 2017 dengan total kapasitas kapal yang beroperasi.

#### Data Yacht berada di Lombok

Kapal	Jumlah Penumpang	KT	KM	Kasur	Fasilitas			
					Dapur	TV/Internet	Esensial	AC
PIRATES	12	4	1.5	5	v	-	v	-
Kapal B	8	3	2	6	v	v	v	v
CATAMARAN	6	2	1	2	v	-	v	-
BIG KANU	11	9	1	11	V	V	V	V



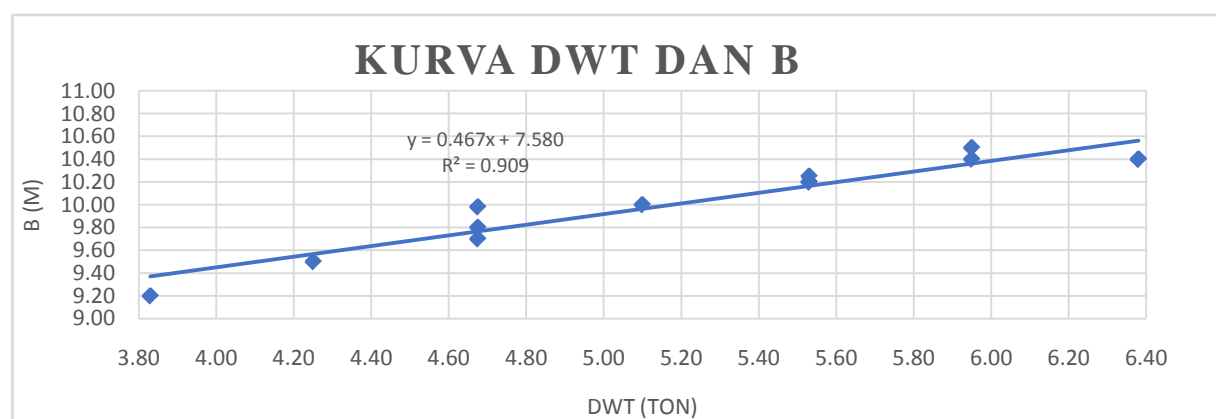
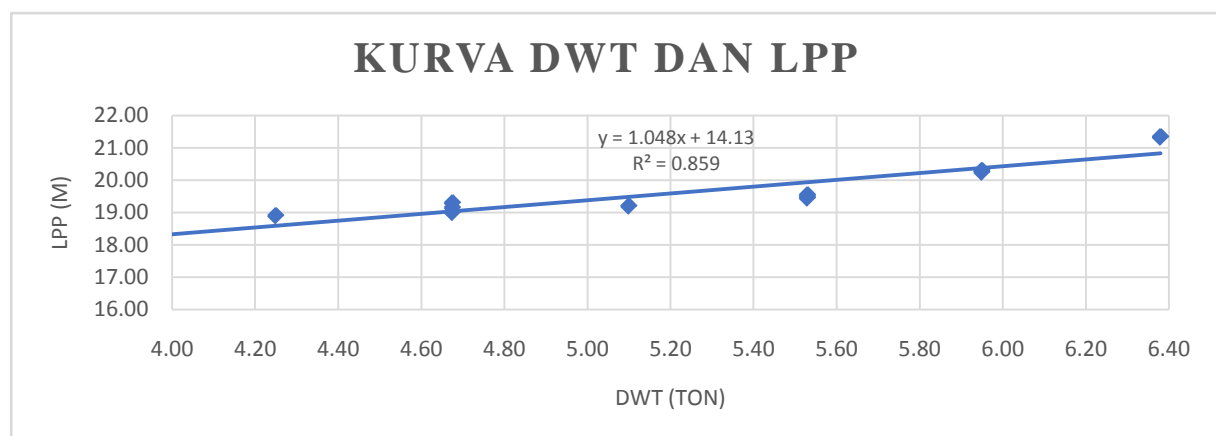
Mengacu pada jumlah penumpang yang tidak dapat dimuat, faktor kedalaman dermaga dan faktor kenyamanan penumpang, maka **kapasitas penumpang kapal yang akan didesain adalah 10 penumpang termasuk kru kapal.**

untuk bisa mengakomodasi keseluruhan penumpang yang tidak tertampung maka bisa dibangun kapal sebanyak 10 kapal

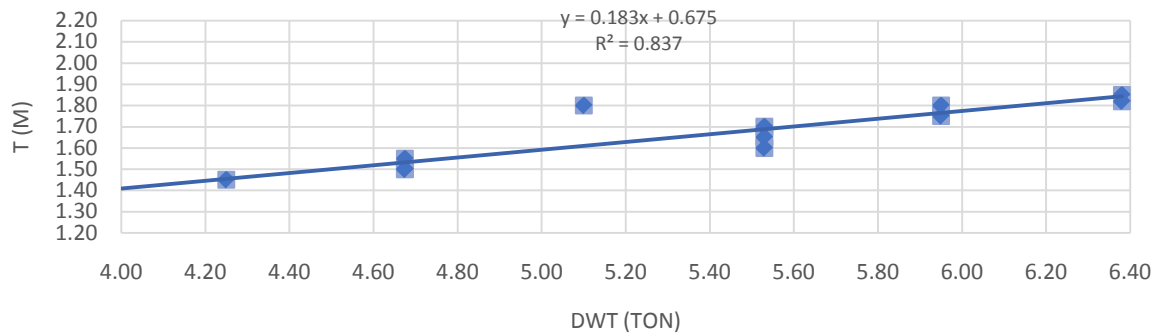
Rute pada kapal ini dimulai dari Pelabuhan Lembar kemudian *snorkeling* di Gili Nanggu. Kemudian Wisatawan bisa langsung menuju ke Tiga Gili (Trawangan, Meno, Air) untuk menikmati *snorkeling* dan bisa melihat kapal Bounty yang karam. Kapal akan berlabuh untuk bermalam di sekitar Gili Matra agar bisa melanjutkan kegiatan snorkeling Kemudian ke Pantai Senggigi untuk menikmati *sunset* serta Pemandangan Gunung Agung. Dan kembali lagi ke Pelabuhan Lembar.

### Data Kapal Pembanding

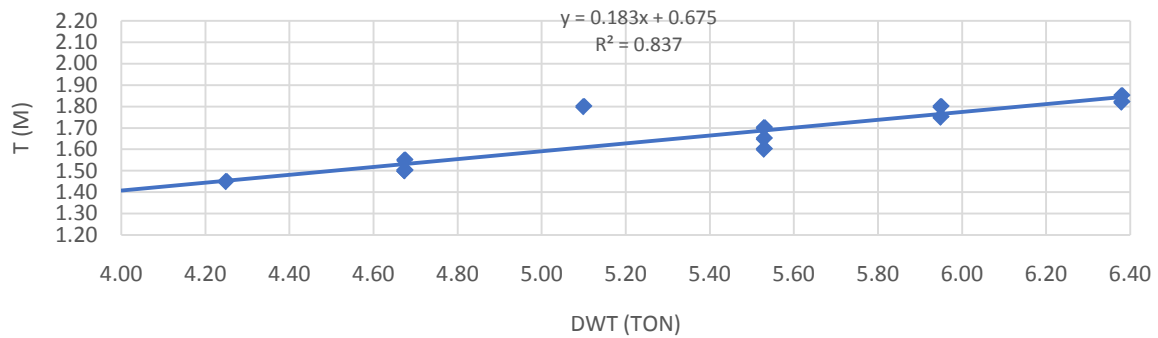
No	Nama Kapal	Δ (ton)	Lpp	B	H	T	Jumlah Orang	Tahun
1	LIR	5.95	20.30	10.40	4.38	1.80	11 (3)	2014
2	SUNREEF 70	6.38	21.34	10.40	4.63	1.85	12 (3)	2013
3	MOYA	5.53	19.55	10.20	4.25	1.70	10 (3)	2014
4	EUPHORIA	3.83	18.29	9.20	3.85	1.35	7 (2)	2016
5	MAVERICK	6.38	21.34	10.40	4.58	1.82	12 (3)	2013
6	VACOA	5.53	19.50	10.25	4.30	1.65	10 (3)	2014
7	DRAGONFLY	5.95	20.25	10.50	4.40	1.75	12 (2)	2017
8	NOVA	4.68	19.30	9.98	4.20	1.55	8 (3)	2011
9	MOOSE	4.68	19.15	9.80	4.18	1.50	8 (3)	2015
10	ENIGMA	5.53	19.45	10.20	4.36	1.60	10 (3)	2013
11	MY DESTINY	4.25	18.90	9.50	4.05	1.45	8 (2)	2013
12	FIREFLY	5.10	19.20	10.00	4.15	1.80	10 (2)	2011
13	FOXY LADY	4.68	19.00	9.70	4.10	1.50	8 (3)	2011



## KURVA DWT DAN T



## KURVA DWT DAN H



<b>Ukuran Utama Awal</b>	:	
<b>Lpp</b>	=	1.0489 (x) + 14.136
	=	20.82798 m
<b>B</b>	=	0.4672 (x) + 7.5805
	=	10.56 m
<b>T</b>	=	0.1832 (x) + 0.6751
	=	1.843916 m
<b>H</b>	=	0.1832 (x) + 0.6751
	=	4.51424 m
<b>B<sub>1</sub></b>	=	2.60 m
<b>S</b>	=	7.96 m

## Perhitungan Koefisien

## Ukuran Utama Optimal

<b>L<sub>pp</sub></b>	=	22.30	m	
<b>B</b>	=	9.30	m	
<b>B<sub>1</sub></b>	=	3.30	m	
<b>T</b>	=	1.52	m	
<b>H</b>	=	3.60	m	
<b>S</b>	=	6.00	m	
<b>V<sub>s</sub></b>	=	10.00	knot	5.144 m/s
<b>g</b>	=	9.81	m/s <sup>2</sup>	

## Perbandingan Ukuran Utama Kapal

<b>L/B<sub>1</sub></b>	=	6.758 ;	Insel & Molland (1992)	6 < L/B <sub>1</sub> < 11
<b>L/H</b>	=	6.194 ;	Insel & Molland (1992)	6 < L/B <sub>1</sub> < 11
<b>B/H</b>	=	2.583 ;	Insel & Molland (1992)	0.7 < B/H < 4.1
<b>S/L</b>	=	0.269 ;	Insel & Molland (1992)	0.2 < S/L < 0.5
<b>S/B<sub>1</sub></b>	=	1.818 ;	Insel & Molland (1992)	1 < S/B < 4
<b>B<sub>1</sub>/T</b>	=	2.171 ;	Insel & Molland (1992)	1 < B/T < 3
<b>B<sub>1</sub>/B</b>	=	0.355 ;	Multi Hull Ships, hal. 61	0.15 < B <sub>1</sub> /B < 0.3
<b>C<sub>B</sub></b>	=	0.283 ;	Multi Hull Ships, hal. 61	0.36 < C <sub>B</sub> < 0.59

## 2. Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

### a. Displasemen

Dari artikel yang ditulis oleh Terho Harme, Diperoleh total Displasemen kapal katamaran:

$$D = 31.655 \text{ ton}$$

### b. Volume Displasemen

$$\tilde{N} = D/r$$

$$= 30.883 \text{ m}^3$$

Maka, Volume displasemen untuk 1 *hull* adalah

$$\tilde{N} = 15.442 \text{ m}^3$$

### c. Koefisien Blok

Ref: (Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1)

$$C_B = \tilde{N} / (L \cdot B_1 \cdot T)$$

$$= 0.138$$

Ref: (Software  
Maxsurf)

$$C_B = 0.283$$

Maka ;

$$C_B \text{ diambil} = 0.283$$

### d. Perhitungan Froude Number

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

$$Fn = V_s / \sqrt{g \cdot L_{wl}}$$

$$F_n = 0.348$$

#### e. Koefisien Luas *Midship*

Ref: (Principle of Naval Architecture Vol I-Stability and Strength hal. 18)

$$C_M = A_M / (T \cdot B_M)$$

Dimana ;

$$A_M = \text{Luas station midhip}$$

$$B_M = \text{Lebar lambung di midship setinggi sarat}$$

Maka ;

$$C_M = 0.362 \quad (\text{Dari maxsurf})$$

#### f. Koefisien Prismatic

Ref: [www.catamaransite.com/catamaran\\_hull\\_design\\_formulas.html](http://www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

$$C_P = \tilde{N} / (A_S \cdot L_{WL})$$

Dimana ;

$$A_S = \text{Luas station terluas setinggi sarat}$$

Maka ;

$$C_P = 0.804 \quad (\text{Dari maxsurf})$$

#### g. Koefisien Bidang Garis Air

Ref: (Parametric Ship Design hal. 11 - 16)

$$C_{WP} = A_{WP} / (B_{WL} \cdot L_{WL})$$

Dimana ;

$$A_{WP} = \text{Luas garis air}$$

$$B_{WL} = \text{lebar kapal}$$

Maka ;

$$C_{WP} = 0.880 \quad (\text{Dari maxsurf})$$

#### h. Panjang Garis Air

$$L_{wl} = L_{pp}$$

$$= 22.30 \text{ m}$$

### Perhitungan Hambatan

#### Ukuran Utama

Lwl	=	22.30 m
Lpp	=	22.30 m
B	=	9.30 m
B1	=	3.30 m
H	=	3.60 m
T	=	1.52 m
S	=	6.00 m

$$\begin{aligned}
C_B &= 0.389 \\
C_M &= 0.362 \\
C_P &= 0.804 \\
C_{WP} &= 0.880 \\
F_n &= 0.348 \\
V_s &= 5.144 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Dari Paper M. Insel, Ph.D dan A.F. Molland, M.Sc. Ph.D.,C.Eng. diperoleh rumus tahanan total untuk katamaran :

<b>Rt</b>	<b>=</b>	<b>0.5 x <math>\rho</math> x WSA x <math>V^2</math> x <math>C_{tot}</math> (N)</b>
-----------	----------	--

Dimana ;

$$\begin{aligned}
\rho &= \text{massa jenis fluida} \\
&= 1025 \text{ kg/m}^3 \\
WSA &= \text{luas permukaan basah} \\
V &= \text{kecepatan kapal} \\
&= 5.144 \text{ m/s} \\
C_{tot} &= \text{koefisien hambatan total} \\
&= (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w
\end{aligned}$$

dengan ;

$$\begin{aligned}
(1+\beta k) &= \text{Faktor interferensi hambatan gesek katamaran} \\
C_f &= \text{Hambatan gesek} \\
\tau &= \text{Faktor interferensi hambatan gelombang katamaran} \\
C_w &= \text{Hambatan gelombang}
\end{aligned}$$

## 1. Koefisien Hambatan Total

### a. Koefisien hambatan gesek - ITTC 1957

Ref : (Practical Ship Design hal .157)

$$C_F = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

Dimana ;

$$\begin{aligned}
Rn &= \text{Reynold Number} \\
&= \frac{V \cdot L}{\nu} \quad \text{dengan ; } \nu = \text{Viskositas kinematis} \\
&= 96558249.158 \quad \quad \quad = 1.188 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}
\end{aligned}$$

Sehingga ;

$$C_F = 0.0021$$

### b. Faktor interferensi hambatan gesek

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga  $(1+\beta k)$  dapat ditentukan



dari interpolasi harga  $\beta$  dan  $(1+k)$  dari model yang diperoleh oleh Insel - Molland :

Nilai koefisien  $\beta$

$$S/B_1 = 1.818$$

$$L/B_1 = 6.758$$

( variation of viscous interference factor with  $S/B_1$  from insel - molland)

$S/B_1$				
	2	3	4	5
$\beta$	1.320	1.320	1.320	1.320
	1.570	1.540	1.520	1.500
	2.320	2.290	2.270	2.250

$S/B_1$			
	3	4	1.818
$\beta$	2.290	2.270	2.314

maka ;

$$\beta = 2.314$$

Nilai koefisien  $1+k$

(table II derived from factors for the models in monohull configuration)

Model	2	3	4	5
$L/B_1$	10	7	9	11
$(1+k)$	1.1	1.45	1.300	1.170

maka ;

$$1+k = 1.170$$

Sehingga

;

$$1+\beta k = (\beta \times (1+k)) - \beta + 1$$

$$1+\beta k = 1.393$$

### c. Faktor interferensi hambatan gelombang

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga  $(\tau)$  dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland :

$$S/L = 0.269$$

$$L/B_1 = 6.76$$

$$Fn = 0.348$$

(wave resistance interference factor)

$(S/L)_1 = 0.2$	$(S/L)_2 = 0.3$
-----------------	-----------------

	Fn		Fn		L/B <sub>1</sub>
	0.4	0.5	0.4	0.5	
$\tau$	1.800	1.650	1.300	1.380	9

	(S/L) <sub>1</sub> = 0.2			(S/L) <sub>2</sub> = 0.3			
	Fn			Fn			
	0.4	0.5	0.348	0.4	0.5	0.348	
<b>τ</b>	1.800	1.650	1.878	1.300	1.380	1.258	<b>9</b>

Fn	0.348			L/B <sub>1</sub>
S/L	0.200	0.300	0.269	
$\tau$	1.878	1.258	1.450	9

Sehingga ;

$$\tau = 1.450$$

#### d. Koefisien hambatan gelombang

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga (C<sub>w</sub>) dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland :

$$L/B_1 = 6.76$$

$$Fn = 0.348$$

(wave resistance factor)

	Fn		L/B <sub>1</sub>
	0.4	0.5	
	0.0032	0.0042	9
C <sub>w</sub>	0.0026	0.0027	11

	Fn			L/B <sub>1</sub>
	0.4	0.5	0.348	
	0.0032	0.0042	0.0027	9
C <sub>w</sub>	0.0032	0.0042	0.0027	9

Sehingga ;

$$C_w = 0.0027$$

Maka koefisien hambatan total dapat dihitung ;

$$(1+\beta k) \cdot C_f + \tau$$

$$C_{tot} = C_w$$

$$= 0.007$$

## 2. Luas Permukaan Basah

(Ref: *Practical Evaluation of Resistance of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part I*)

maka ;

Wetted Surface Area:

$$S = 1.7LT + \frac{V}{T} m^2 \text{ as per Mumford}$$

$$S = \frac{V}{B} \left[ \frac{1.7}{C_B - 0.2(C_B - 0.65)} + \frac{B}{T} \right] m^2$$

$$WSA = \frac{(\tilde{N}/B_1) ((1.7/(C_b - (0.2(C_b - 0.65)))) + (B_1/T))$$

$$= 64.958 \text{ m}^2$$

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA total :

$$WSA_{\text{total}} = 129.916 \text{ m}^2$$

Setelah nilai WSA dan Ctot diketahui, maka hambatan total :

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times C_{\text{tot}}$$

$$R_t = 11981.48 \text{ N}$$

$$= 11.981 \text{ kN}$$

### Ukuran Utama

LWL	=	22.30 m
T	=	1.52 m
B	=	9.30 m
C <sub>B</sub>	=	0.283
V <sub>s</sub>	=	5.144 m/s
D	=	diameter <i>propeller</i> antara 0.6 - 0.65 T
	=	0.625 T (asumsi)
	=	0.950 m
P/D	=	variasi <i>pitch ratio</i> antara 0.5 - 1.4
	=	1 (asumsi)
z	=	jumlah <i>blade</i>
	=	4 (asumsi)
A <sub>E</sub> /A <sub>0</sub>	=	<i>Expanded Area Ratio</i>
	=	0.4 (asumsi)
R <sub>t</sub>	=	11.981 kN
LCB	=	0.760 m dari <i>midship</i> (Dari <i>maxsurf</i> )
1+β <sub>k</sub>	=	1.393
CF	=	0.002
T / Lwl	=	0.068

### **1. Speed of Advance**

(ref : PNA vol.II, hal.146)

$$V_a = V \times (1-w)$$

Dimana ;

V	=	kecepatan kapal
	=	5.144 m/s
w	=	koefisien gesek dari gelombang
	=	$0.30C_B + 10 C_V C_B - 0.23D / (BT)^{1/2}$

Dengan ;

$C_V$  = koefisien viskositas

#### a. Koefisien viskositas

(ref : PNA vol.II, hal.162)

$$C_V = (1+\beta k).C_F + C_A$$

Dimana ;

$$C_A = \text{corelation allowance}$$

(ref : PNA vol.II, hal.93, untuk  $T/L_{wl} > 0.04$ )

$$\begin{aligned} C_A &= 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205 \\ &= 0.0007 \end{aligned}$$

Sehingga ;

$$C_V = 0.004$$

#### b. Koefisien gesek dari gelombang

(ref : PNA vol.II, hal.163, untuk twin screw)

$$\begin{aligned} w &= 0.30CB + 10 C_V C_B - 0.23D / (BT)^{1/2} \\ &= 0.037 \end{aligned}$$

Setelah nilai w diketahui, maka *speed of advance* :

$$V_a = V (1-w)$$

$$= 4.953$$

### **2. Effective Horse Power**

(ref : PNA vol.II, hal.153)

$EHP = R_T.V$
---------------

dengan

$$\begin{aligned} &= 61.633 \text{ kW} \\ &= 82.6509 \text{ HP} \end{aligned} \quad ; \quad 1 \text{ HP} = 0.7457 \text{ kW}$$

### **3. Delivery Horse Power**

(ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 179)

$DHP = EHP/\eta_D$
--------------------

Dimana

;

$$\eta_D = \text{Quasi Propulsive Coefficient}$$

(ref : PNA vol.II, hal.153)

$$\eta_D = \eta_H.\eta_O.\eta_r \quad \text{Dengan}$$

$$\eta_H = \text{Hull Efficiency}$$

$$\eta_r = \text{Rotative Efficiency}$$

$$\eta_O = \text{Open Water Test Propeller Efficiency}$$

$$\eta_O = \text{Efficiency}$$

#### a. Hull efficiency

(ref : PNA vol.II, hal.152)

$$\eta_H = \frac{(1-t)/(1-w)}{w}$$

Dimana

;

$$t = \text{thrust deduction}$$

(ref : PNA vol.II, hal.163)

$$t = 0.325 C_B - 0.1885 D/\sqrt{BT}$$
$$= 0.044$$

Sehingga ;

$$\eta_H = 0.992$$

#### b. Rotative efficiency

(ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 180 dengan range  $0.97 \leq \eta_r \leq 1.07$ )

$$\eta_r = 0.9737 + 0.111(C_P - 0.0227 LCB) - 0.06327 P/D$$
$$= 0.998$$

#### c. Open water test propeller efficiency

(asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya)

$$\eta_O = 0.500$$

maka diperoleh nilai  $\eta_D$  sebagai berikut ;

$$\eta_D = 0.495$$

Dengan didapatkannya nilai koefisien propulsi, maka nilai DHP :

$$DHP = 124.478 \text{ kW}$$

### **4. Break Horse Power**

(Parametric Design Chapter 11, hal 11-29)

$BHP = DHP + (X\% DHP)$
-------------------------

Dimana ;

$$X\% = \text{koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15\%-20\% DHP}$$

$$X\% = 15\%$$

Maka ;

$$BHP = 143.150 \text{ kW}$$

$$BHP = 191.967 \text{ HP}$$

### **5. Perhitungan Daya Genset**

$\text{Daya} = 25\% BHP$
--------------------------

$$= 35.787 \text{ kW}$$

$$= 47.992 \text{ HP}$$

Karena desain menggunakan 2 mesin, maka kebutuhan daya minimal untuk 1 mesin

adalah;

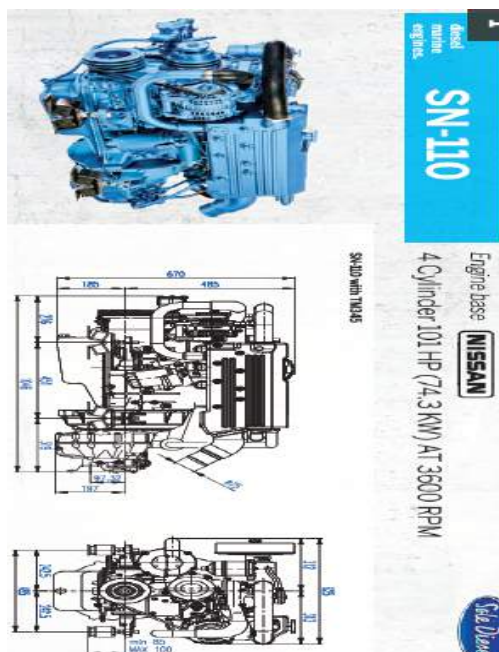
BHP	Mesin	:	71.575	kW
		:	95.983	HP
Daya	Genset	:	17.894	kW
		:	23.996	HP

## Penentuan Mesin Induk dan Generator

## 1. Pemilihan mesin induk

BHP : 71.575 kW  
(1 mesin) 95.983 HP

Karena desain kapal menggunakan dua propeller, maka BHP mesin yang dipilih adalah 95.983 HP. Berikut adalah spesifikasi mesin yang dipilih;



## Spesifikasi Mesin

(Ref: Caterpillar Marine Engine Catalog)

Model : SN - 110

Daya : 74.3 kW

101.0 HP

rpm : 2300

L : 1422 mm

W : 640 mm

H : 942 mm

Dry Weight :

$$\eta_{\text{solar}} : 0.832 \text{ ton/m}^3$$

Konsumsi Fuel Oil	:	23.15	L/h
-------------------	---	-------	-----

Flow rate of water	:	25.15	L/h
Flow rate of air	:	0.023	m <sup>3</sup> /h

:	0.025	m <sup>3</sup> /h
:	0.019	ton/h

## 2. Pemilihan generator

BHP : 17.894 kW  
23.996 HP

Karena desain kapal menggunakan dua propeller, maka BHP genset yang dipilih adalah 23.996 kW. Berikut adalah spesifikasi genset yang dipilih;



## Spesifikasi Genset

(Ref : Caterpillar Marine Engine Catalog)

Model : 25 GT/GTC

Daya : 19.50 kW

26.1 HP

rpm	:	1500
L	:	1307 mm
W	:	630 mm
H	:	732 mm
Dry Weight	:	690 kg
$\eta$ solar	:	0.832 ton/m <sup>3</sup>
Konsumsi Fuel Oil	:	10.3 L/h
	:	0.010 m <sup>3</sup> /h
	:	0.009 ton/h

Berdasarkan data mesin dan generator yang diperoleh, maka total berat keduanya adalah ;  
 $W_{tot} = 2914 \text{ kg} = 2.91 \text{ ton}$

### **Perhitungan Deadweight**

#### **Ukuran Utama**

Lwl	=	22.30 m
Lpp	=	22.30 m
B	=	9.30 m
B1	=	3.30 m
H	=	3.60 m
T	=	1.52 m
Vs	=	10.00 knot
BHP (1 mesin)	=	101 HP
BHP (2 mesin)	=	202 HP

#### **1. Berat Bahan Bakar**

(Ref : Diktat IGM Santosa)

##### **a. Berat bahan bakar mesin**

$W_{fo}$	=	$\frac{\text{Konsumsi bahan bakar} \times a}{v}$
----------	---	--

Dimana ;

a	=	Total jarak <i>one day trip</i>
	=	62.000 nm

Sehingga ;

$W_{fo}$	=	0.019 ton
----------	---	-----------

##### **b. Berat bahan bakar generator**

$W_{fo}$	=	$\frac{\text{Konsumsi bahan bakar} \times a}{v}$
----------	---	--

$W_{fo}$	=	0.053 ton
----------	---	-----------

Maka berat bahan bakar total adalah ;

$$W_{fo} = 0.072 \text{ ton}$$

Untuk cadangan bahan bakar, maka  $W_{fo}$  ditambah 10%

$$W_{fo} = 0.080 \text{ ton}$$

### c. Volume dan Ukuran tangki bahan bakar

*Margin volume tangki ditambah 2% dari total berat fuel oil*

$V_{fo} = W_{fo} / \eta_{fo}$
-------------------------------

Dimana ;

$$\eta_{fo} = 0.832 \text{ ton/m}^3$$

Sehingga ;

$$V_{fo} = 0.098 \text{ m}^3$$

Dengan ukuran tangki ;

$$l = 0.3 \text{ m}$$

$$b = 0.3 \text{ m}$$

$$h = 0.83 \text{ m}$$

## **2. Berat Minyak Lumas**

*Ref : (Paper Tugas Akhir Andy Wibowo, halaman 51)*

$W_{lo} = \frac{a \times \text{BHP} \times C_{lo}}{v \times 1000}$
--

Dimana ;

$$C_{lo} = \text{Koefisien berat minyak lumas (0.002-0.0025 kg/HP.h)}$$

$$= 0.002 \text{ kg / HP.h}$$

Maka ;

$$W_{lo} = 0.0025 \text{ ton}$$

Untuk cadangan minyak lumas, maka  $W_{lo}$  ditambah 10%

$$W_{lo} = 0.0028 \text{ ton}$$

### Volume dan Ukuran tangki minyak lumas

*Margin volume tangki ditambah 2% dari total berat lubricating oil*

$V_{lo} = W_{lo} / \eta_{lo}$
-------------------------------

Dimana ;

$$\eta_{lo} = 0.9 \text{ ton/m}^3$$

Sehingga ;

$$V_{lo} = 0.003 \text{ m}^3$$

Dengan ukuran tangki ;

$$l = 0.15 \text{ m}$$

$$b = 0.15 \text{ m}$$

$$h = 0.25 \text{ m}$$



### 3. Berat Air Tawar

#### a. Berat air tawar digunakan untuk air minum dan mandi

Ref : (Paper Tugas Akhir Andy Wibowo, halaman 51)

$$W_{fw} = \frac{a \times Z_{tot} \times C_{fw1}}{v}$$

Dimana ;

$$a = \begin{array}{l} \text{Total jarak one day trip} \\ 62.000 \text{ nm} \end{array}$$

$$Z_{tot} = \begin{array}{l} \text{Jumlah kru (3 orang) dan penumpang (7 orang)} \\ 10 \text{ orang} \end{array}$$

$$C_{fw1} = \begin{array}{l} \text{Koefisien berat air tawar} \\ 0.2 \text{ ton/(person.day)} \\ 0.008 \text{ ton/(orang.h)} \end{array}$$

Sehingga ;

$$W_{fw} = 0.517 \text{ ton}$$

#### b. Berat air tawar untuk pendingin mesin

$$W_{fw} = C_{fw2} \times \text{BHP}$$

Dimana ;

$$C_{fw2} = \begin{array}{l} \text{Koefisien pemakaian air tawar untuk mesin (2-5 kg / HP)} \\ 2.000 \text{ kg / HP} \end{array}$$

Sehingga ;

$$W_{fw} = 0.404 \text{ ton}$$

Untuk cadangan air tawar, maka  $W_{fw}$  ditambah 10%

$$W_{fw} = 1.013 \text{ ton}$$

#### Volume dan Ukuran tangki air tawar

Margin volume tangki ditambah 2% dari total berat fresh water

$$V_{fw} = W_{fw} / \eta_{fw}$$

dimana ;

$$\eta_{fw} = 1 \text{ ton/m}^3$$

sehingga ;

$$V_{fw} = 1.033 \text{ m}^3$$

dengan ukuran tangki ;

$$l = 1.00 \text{ m}$$

$$b = 1.00 \text{ m}$$

$$h = 1.50 \text{ m}$$

#### 4. Berat Penumpang dan Barang Bawaan

$$W_{pb} = Z_{pb} \times W_{pb}$$

Dimana ;

$$\begin{aligned} Z_{pb} &= \text{Jumlah penumpang} \\ &= 7 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{pb} &= \text{Berat muatan (berat penumpang + berat barang bawaan)} \\ &= 105 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga ;

$$W_{pb} = 0.74 \text{ ton}$$

#### 5. Berat Kru Kapal dan Barang Bawaan

$$W_{pb} = Z_{cr} \times W_{cr}$$

Dimana ;

$$\begin{aligned} Z_{cr} &= \text{Jumlah kru kapal} \\ &= 3 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{cr} &= \text{Berat muatan (berat kru + berat barang bawaan)} \\ &= 85 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga ;

$$W_{pb} = 0.26 \text{ ton}$$

Setelah mendapatkan masing-masing berat di atas, maka diperoleh berat *deadweight* total ;

$$W_{tot} = 2.085 \text{ ton}$$

### Perhitungan Perlengkapan

#### 1. Berat Kasur

##### a. Kasur Utama



##### Spesifikasi Kasur :

Jumlah :	1	unit
Panjang :	2.06	m
Lebar :	1.68	m
Tinggi :	0.47	m
Volume :	1.627	m <sup>3</sup>
Berat kursi :	35.38	kg
Berat Total :	35.38	kg
Harga :	\$	400.0

##### b. Kasur 1



Jumlah :	2	unit
Panjang :	2.06	m
Lebar :	1.58	m

Tinggi :	0.46	m	
Volume :	1.497	m <sup>3</sup>	
Berat @ :	28.49	kg	
Berat Total :	56.98	kg	
Harga :	\$	350.0	
Harga Total	=	\$	700

#### b. Kasur 1



Jumlah :	4	unit	
Panjang :	2.03	m	
Lebar :	0.98	m	
Tinggi :	0.32	m	
Volume :	0.637	m <sup>3</sup>	
Berat @ :	17.5	kg	
Berat Total :	70	kg	
Harga :	\$	90.0	
Harga Total	=	\$	360

#### TV 28 inch



Jumlah :	4	unit	
Berat @ :	4.1	kg	
Berat Total :	16.4	kg	
Harga :	\$	200.0	
Berat Total	=		16.4 kg
Harga Total	=	\$	800

#### Spa Jacuzzi



Jumlah :	1	unit	
Panjang :	2.3	m	
Lebar :	2.3	m	
Tinggi :	0.92	m	
Volume :	4.867	m <sup>3</sup>	
Berat @ :	470	kg	
Berat Total :	470	kg	
Harga :	\$	5,000.0	

#### Kitchen Set



Jumlah :	1	unit	
Panjang :	3	m	

Lebar :	1.8	m
Tinggi :	0.97	m
Volume :	5.238	m <sup>3</sup>
Berat @ :	3404.7	kg
Berat Total :	3404.7	kg
Harga :	\$ 1,000.0	
Berat Total	=	3404.7 kg

### Bathub



Jumlah :	1	unit
Panjang :	1.25	m
Lebar :	1.25	m
Tinggi :	0.58	m
Volume :	0.906	m <sup>3</sup>
Berat @ :	1069.375	kg
Berat Total :	1069.375	kg
Harga :	\$ 850.0	

### Bathub



Jumlah :	2	unit
Panjang :	1.7	m
Lebar :	0.75	m
Tinggi :	0.45	m
Volume :	0.574	m <sup>3</sup>
Berat @ :	677.025	kg
Berat Total :	1354.05	kg
Harga :	\$ 500.0	
Harga Total	=	\$ 1,000

### Wastafel



Jumlah :	7	unit
Panjang :	0.51	m
Lebar :	0.26	m
Tinggi :	0.07	m
Volume :	0.009	m <sup>3</sup>
Berat @ :	10.953	kg
Berat Total :	76.669	kg
Harga :	\$ 50.0	
Harga Total	=	\$ 350

## 2. Berat Jangkar

Berdasarkan Buku *Ship Outfitting*, diperoleh rumus pendekatan untuk pemilihan jangkar :

$$Z = \Delta^{(2/3)} + 2hB + 0,1A$$

Dimana ;

$\Delta$  = Moulded Displacement

= 31.65547 ton

h = Tinggi freeboard dan tinggi total bangunan atas

= 5.68 m

B = Lebar dua demihull

= 6.60 m

A = Luasan penampang samping lambung *freeboard* kapal dan luas penampang samping bangunan atas

Dengan ;

$A1 = L_{wl} \times h_{\text{freeboard}}$

= 126.664 m<sup>2</sup>

$A2 = L_{BA} \times h_{BA}$

= 57.6 m<sup>2</sup>

$A = 184.264 \text{ m}^2$

Maka, nilai Z yang diperoleh adalah;

$Z = 103.409$

Berdasarkan nilai Z yang diperoleh, maka berat minimum jangkar, ukuran rantai dan tali tambat dapat ditentukan berdasarkan BKI Vol. II, bab 18.

**Table 18.2 - Anchor, Chain Cables and Ropes**

No. for Reg.	Equipment numeral Z <sub>1</sub> or Z <sub>2</sub>		Stockless anchor			Stud link chain cables						Recommended ropes				
			Bower anchor		Stream anchor	Bower anchors			Stream wire or chain for stream anchor		Towline		Mooring ropes			
			Num- ber <sup>1)</sup>	Mass per anchor	Total length	Diameter			Length	Br. load <sup>2)</sup>	Length	Br. load <sup>2)</sup>	Num- ber	Length	Br. load <sup>2)</sup>	
	[kg]	[m]	d <sub>1</sub> [mm]	d <sub>2</sub> [mm]	d <sub>3</sub> [mm]											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
101	up to 50	2	120	40	165	12,5	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35	
102	50 - 70	2	180	60	220	14	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35	
103	70 - 90	2	240	80	220	16	14	14	85	75	180	100	3	100	40	
104	90 - 110	2	300	100	247,5	17,5	16	16	85	80	180	100	3	110	40	

Sehingga, diperoleh data jangkar yang digunakan ;



### Spesifikasi Jangkar :

Jumlah jangkar : 2 unit  
 Jenis bahan : Baja karbon  
 Panjang : 0.985 m  
 Lebar : 0.755 m

Berat	:	80	kg
Berat Total	:	160	kg
Harga	:	\$ 4.00	/kg
Harga Total	:	\$ 640.00	

### 3. Berat Pintu Kabin



#### Spesifikasi Pintu

Jumlah pintu	:	14	unit
Jenis bahan	:	Baja	
Panjang	:	1.6	m
Lebar	:	0.6	m
Berat	:	16.5	kg
Berat Total	:	231	kg
Harga	:	\$ 20.00	

### 4. Berat Pintu Kedap



#### Spesifikasi Pintu

Jumlah pintu	:	7	unit
Jenis bahan	:	Baja	
Panjang	:	1.2	m
Berat	:	20	kg
Berat Total	:		kg
Harga	:	\$ 25.00	



#### Spesifikasi Jendela

Jumlah jendela	:	44	unit
Jenis bahan	:	Baja	
Panjang	:	0.6	m
Lebar	:	0.4	m
Berat	:	3	kg
Berat Total	:		kg
Harga	:	\$ 0.10	

### 6. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Karena belum ditemukannya pendekatan perhitungan peralatan navigasi, maka besar beratnya diasumsikan ; 100 kg

Sedangkan untuk komponen berat yang diasumsikan adalah ;

1. Lampu navigasi (lampu depan, belakang, kiri, kanan, jangkar dan lampu mesin mati)
2. Kompas magnet (*Magnetic Compass*)
3. Perlengkapan Radio (*Radio Equipment*)
4. *Enco Sounder*
5. GPS (*Global Positioning System*)
6. Radar kapal (*Ships Radar*)
7. *Engine Telegraph*

## 7. Liferaft

**HYF-A**

Throw-over inflatable liferaft (SOLAS)



### Spesifikasi Liferaft HYF-A30

Jumlah	:	1	unit
Panjang	:	1.5	m
Lebar	:	0.75	m
Berat	:	174	kg
Berat Total	:	174	kg
Harga	:	\$ 900.00	/buah
Harga Total	:	\$ 900.00	

## 8. Lifejacket



### Spesifikasi Lifejacket

Jumlah <i>life jacket</i>	:	10	unit
Panjang	:	56	cm
Lebar	:	28	cm
Berat	:	1.5	kg
Berat Total	:	15	kg
Harga	:	\$ 15.00	/buah
Harga Total	:	\$ 150.00	

## 9. Lifebuoy



### Spesifikasi Lifebuoy

Jumlah <i>life jacket</i>	:	5	unit
Diameter dalam	:	44	cm
Diameter luar	:	74	cm
Berat	:	2.5	kg
Berat Total	:	12.5	kg
Harga	:	\$ 15.00	/buah
Harga Total	:	\$ 75.00	

Sehingga total berat komponen perlengkapan adalah ;  
 $W_{tot} = 7,246 \text{ kg} = 7.246 \text{ ton}$

### 10. Bulwark dan Railing

(ref : LR for Special Service Craft Part 5)

#### a. Berat bulwark di deck house I

$W_{bulwark \text{ I}} = \frac{A \times t \times \eta}{\text{aluminium}}$	
A	= 17.40 m <sup>2</sup>
t	= Pelat bulwark = 6.0 mm
$\eta_{\text{Aluminium}}$	= 2.7 gr/cm <sup>3</sup> = 2700 kg/m <sup>3</sup>

Maka ;

$$W_{bulwark \text{ I}} = 281.880 \text{ kg}$$

$$= \text{ton}$$

#### Berat bulwark di deck house 2

$W_{bulwark \text{ II}} = \frac{A \times t \times \eta_{\text{aluminium}}}{\text{aluminium}}$	
A	= 12.00 m <sup>2</sup>
t	= Pelat bulwark = 6.0 mm
$\eta_{\text{Aluminium}}$	= 2.7 gr/cm <sup>3</sup> = 2700 kg/m <sup>3</sup>

Maka ;

$$W_{bulwark \text{ I}} = 194.400 \text{ kg}$$

$$= \text{ton}$$

#### b. Berat railing di deck house I

$W_{railing \text{ I}} = \frac{A \times t \times \eta}{\text{aluminium}}$	
d	= 0.05 m
h	= 0.3 m
l	= 20 m
A	= 0.06 m <sup>2</sup>
t	= 6.0 mm
$\eta_{\text{Aluminium}}$	= 2.7 gr/cm <sup>3</sup> = 2700 kg/m <sup>3</sup>

Maka ;

$$W_{\text{aluminium I}} = 899.728 \text{ kg}$$

$$= 0.900 \text{ ton}$$

#### c. Berat railing di deck house II

$W_{railing \text{ II}} = \frac{A \times t \times \eta}{\text{aluminium}}$	
d	= 0.05 m
h <sub>3</sub>	= 1.00 m
l <sub>3</sub>	= 3.00 m



$$\begin{aligned}
 A &= 0.02 \text{ m}^2 \\
 t &= 6.0 \text{ mm} \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 W_{\text{aluminium II}} &= 317.925 \text{ kg} \\
 &= 0.318 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$W_{\text{total}} = 1.218 \text{ ton}$$

### **Perhitungan Tebal dan Berat**

Perhitungan tebal pelat digunakan untuk mendapatkan pendekatan berat baja kapal. Dalam perhitungannya, tebal pelat dihitung mengacu *Rules Lloyd's Register* untuk *Special Service Craft* (Kapal *Multihull* berbahan baja).

#### **Ukuran Utama**

$$\begin{aligned}
 L_{wl} = L_{pp} &= 22.30 \text{ m} \\
 B &= 9.30 \text{ m} \\
 H &= 3.30 \text{ m} \\
 T &= 3.60 \text{ m} \\
 C_B &= 0.283 \\
 V_s &= 10.00 \text{ knot} = 5.144 \text{ m/s} \\
 96\% L_{wl} &= 21.41 \text{ m} \\
 97\% L_{wl} &= 21.63 \text{ m} \\
 L_{\text{kons}} &= 21.63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### **Perhitungan Tebal Pelat**

#### **1. Tebal Pelat Alas**

(ref : LR for Special Service Craft Part 5)

Tebal pelat alas *outboard* dan *inboard* adalah sama, yaitu ;

t min	=	$\omega \sqrt{k_{ms} (0.7 \sqrt{L_R} + 1.0)} \geq 4 \omega$
-------	---	---

Dimana ;

$$\omega = \text{Service type correction factor}$$

$$= 1 \quad \begin{array}{l} \text{(untuk} \\ \text{penumpang)} \end{array}$$

$$k_{ms} = 385 / (\sigma_a + \sigma_u)$$

*Specified min yield stress or 0,2% proof stress of the alloy in unwelded*

$$\sigma_a = \text{condition}$$

$$= 230 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_u = \text{Specified minimum ultimate tensile strength of the alloy in unwelded condition}$$

$$k_{ms} = 315 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{ms} = 0.706$$

Maka ;

$$t_{min} = 3.577 \text{ mm} \geq 4.00 \text{ mm}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part 6)

$$t_p = 22.4s\gamma\beta\sqrt{f}$$

Dimana ;

$$s = \text{Jarak gading}$$

$$s = 600 \text{ mm}$$

$$\gamma = \text{Convex curvature correction factor}$$

$$\gamma = 0.7$$

$$\beta = \text{Panel aspect ratio correction factor}$$

$$\beta = 1$$

$$f\sigma = \text{Limitting stress coefficient for local loading}$$

$$f\sigma = 0.75$$

$$P_{BP} = \text{Beban alas}$$

$$P_{BP} = \text{Greater of } H_f \cdot S_f \cdot P_s \mid H_f \cdot S_f \cdot P_{dh} \mid H_f \cdot S_f \cdot G_f \cdot P_f$$

Dengan ;

$$H_f = \text{Hull notation}$$

$$H_f = 1.05$$

$$S_f = \text{Service type factor notation}$$

$$S_f = 1 \quad (\text{untuk penumpang})$$

$$G_f = \text{Service area restriction notation factor}$$

$$G_f = 0.85$$

$$P_s = \text{Shell envelope pressure}$$

$$P_{dh} = \text{Impact pressure}$$

$$P_f = \text{Forebody impact pressure}$$

#### a. Beban Sisi

$$P_s = \text{Shell envelope pressure}$$

$$P_s = P_h + P_w \quad (\text{untuk } z \leq T_x + Z_k)$$

Dimana ;

$$P_h = \text{Hidrostatic pressure}$$

$$P_h = 10 (T_x - (z - z_k))$$

$$P_w = \text{Hidrostatic wave pressure}$$

$$P_w = \text{Greater of } P_m = 10 \cdot F_z \cdot H_{rm}$$

$$P_w = P_p = 10 H_{pm}$$

Dengan ;

$$\begin{aligned}
T_{x+z_k} &= T \\
&= 3.60 \text{ m} \\
z &= 0 \quad (\text{pelat alas}) \\
F_z &= \text{The vertical distribution factor} \\
&= k_z + (1 - k_z) \left( \frac{z - z_k}{T_x} \right) \\
u &= \left( \frac{2\pi T_x}{L_{WL}} \right) = 1.014 \\
k_z &= e^{-u} = 0.363 \\
F_z &= 0.363 \\
H_{rm} &= C_{w,min} \left( 1 + \frac{k_r}{(C_b + 0.2)} \left( \frac{x_{wl}}{L_{WL}} - x_m \right)^2 \right) \\
x_m &= 0.45 - 0.6 F_n = 0.157 \\
x_{wl} &= 1/2 L_{wl} = 11.15 \text{ m} \\
C_{w,min} &= C_w / k_m \\
k_m &= 1 + \frac{k_r (0.5 - x_m)^2}{C_b + 0.2} \\
k_r &= \text{Hull form wave pressure factor for multihull} \\
&= 2.55 \\
k_m &= 1.623 \\
c_w &= \text{Wave head} \\
&= 0.0771 L_{WL} (C_b + 0.2)^{0.3} e^{(-0.0044 L_{WL})} \\
&= 1.253 \text{ m} \\
C_{w,min} &= 0.772 \\
H_{rm} &= 1.253 \text{ m} \\
H_{pm} &= 1.1 \left( \frac{2x_{wl}}{L_{WL}} - 1 \right) \sqrt{L_{WL}} \\
&= 0.000 \text{ m} \\
H_{pm \min} &= fl \sqrt[3]{(L_{wl})} \\
fl &= 0.6 \quad (\text{untuk } L_{wl} < 60 \text{ m}) \\
H_{pm \min} &= 2.833 \text{ m} \\
H_{pm \text{ diambil}} &= 2.833 \text{ m}
\end{aligned}$$

Sehingga ;

$$\begin{aligned}
P_h &= 36.00 \text{ kN/m}^2 \\
P_w &= \text{Greater of } P_m \text{ and } P_p \\
P_m &= 4.546 \text{ kN/m}^2 \\
P_p &= 28.334 \text{ kN/m}^2 \\
P_w \text{ diambil} &= 28.334 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

$$P_s = 64.334 \text{ kN/m}^2$$

### b. Beban Impak

$$P_{dh} = \Phi_{dh} \left( 19 - 2720 \left( \frac{T_x}{L_{WL}} \right)^2 \right) \sqrt{L_{WL} V}$$

Dimana ;

$$\Phi_{dh} = 0 \quad (\text{untuk } 0.5 L_{wl})$$

$$P_{dh} = 0$$

Karena  $P_{dh} \geq P_m$ , sehingga ;

$$P_{dh} = P_m = 4.546 \text{ kN/m}^2$$

### c. Beban Impak Haluan

$$\begin{aligned} P_f &= f_f L_{WL} (0.8 + 0.15\Gamma)^2 && (\text{FP}) \\ &= P_{dh} && (0.9 L_{wl} \text{ dari AP}) \\ &= P_m && (0.75 L_{wl} \text{ dari AP}) \\ &= 0 && (0.75-1 L_{wl} \text{ dari AP}) \end{aligned}$$

Karena  $L_{wl} = L_{pp}$ , sehingga ;

$$P_f = 4.546$$

Setelah didapat  $P_s$ ,  $P_{dh}$  dan  $P_f$ ,  $P_{bp}$  dapat dihitung, sehingga ;

$$\begin{aligned} P_{bp1} &= H_f \cdot S_f \cdot P_s \\ &= 67.550 \text{ kN/m}^2 \\ P_{bp2} &= H_f \cdot S_f \cdot P_{dh} \\ &= 4.773 \text{ kN/m}^2 \\ P_{bp3} &= H_f \cdot S_f \cdot G_f \cdot P_f \\ &= 4.057 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned} P_{bp} \text{ diambil} &= 67.550 \text{ kN/m}^2 \\ t_p &= 5.257 \text{ mm} \\ t_p \text{ diambil} &= 5.257 \text{ mm} \\ &= 8.00 \text{ mm} \end{aligned}$$

## 2. Tebal Pelat Alas Ganda

(ref : LR for Special Service Craft Part

5)

$$\begin{aligned} t_{\min} &= \frac{\omega \sqrt{k_{ms}} (0.7 \sqrt{L_R} + 1.3)}{\omega} \geq 3.5 \omega \\ &= 3.829 \text{ mm} \geq 3.50 \text{ mm} \end{aligned}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part

6)

$$t_p = 22.4 s \gamma \beta \sqrt{\frac{1}{f}}$$

Dimana ;

$$\begin{aligned}P_{IBP \min} &= 10 \text{ T} \\&= 36.00 \text{ kN/m}^2 \\P_{IBP} &= \text{Beban alas dalam} \\&= H_f \cdot S_f \cdot P_m + P_h \\&= 40.773 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}t_p &= 4.084 \text{ mm} \\t_p \text{ diambil} &= 4.084 \text{ mm} \\&= 8.00 \text{ mm}\end{aligned}$$

### 3. Tebal Pelat Sisi

(ref : LR for Special Service Craft Part

5)

Tebal pelat lambung *outboard* dan *inboard* adalah sama, yaitu ;

$$\begin{aligned}t_{\min} &= \omega \sqrt{k_{ms}} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega \\&= 3.131 \text{ mm} \geq 3.50 \text{ mm}\end{aligned}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part

6)

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{p_{SP}}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

Dimana ;

$$\begin{aligned}P_{sp} &= P_{bp} \\&= 67.550 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}t_p &= 5.887 \text{ mm} \\t_p \text{ diambil} &= 5.887 \text{ mm} \\&= 8.00 \text{ mm}\end{aligned}$$

### 4. Tebal Pelat Geladak Cuaca

(ref : LR for Special Service Craft Part

5)

$$\begin{aligned}t_{\min} &= \omega \sqrt{k_{ms}} (0.5\sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega \\&= 3.131 \text{ mm} \geq 3.50 \text{ mm}\end{aligned}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part

6)

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{p_{SP}}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm}$$

Dimana ;

$$p_{DP} = \text{Beban geladak}$$

$$= \text{Greather of } p_{WDP}$$

$$p_{cd}$$

a. Beban geladak utama

$$p_{WDP} = H_f S_f G_f P_{wh}$$

Dimana ;

$$P_{wh} = \text{Pressure on weather deck}$$

$$= f_L(6 + 0.01L_{WL})(1 + 0.05\Gamma) + E$$

$$f_L = \text{the location factor for weather decks}$$

$$= 1.00 \quad (\text{untuk AP-0.88 Lkons})$$

$$= 1.25 \quad (\text{untuk 0.88-0.925 Lkons})$$

$$= 1.50 \quad (\text{untuk 0.925 Lkons-FP})$$

$$f_{L \text{ diambil}} = 1.50$$

$$\Gamma = v / \sqrt{L_{wl}}$$

$$= 2.118$$

$$E =$$

$$= -8.28$$

$$p_{wh} = 2.043 \text{ kN/m}^2$$

Sehingga ;

$$p_{WDP} = 1.823 \text{ kN/m}^2$$

b. Beban geladak untuk muatan, gudang dan perlengkapan kapal

$$P_{cd} = W_{CDP}(1+0.5a_x)$$

Dimana ;

$$W_{CDP} = \text{Pressure exerted by the cargo on deck specified by the designer}$$

$$= 5.00 \text{ kN/m}^2$$

$$a_x = \text{Vertical Acceleration}$$

$$= a_v \left( 0.86 - 0.32 \frac{x_{wl}}{L_{WL}} + 1.76 \left( \frac{x_{wl}}{L_{WL}} \right)^2 + \xi_a \right)$$

Dengan ;

$$LCG = 10 \text{ m} \quad (\text{dari maxsurf})$$

$$g = \text{Acceleration due to gravity}$$

$$9.81 \text{ m/s}^2$$

$$a_v = \text{Vertical acceleration at LCG in term of } G$$

$$= 0.2G + 34/L_{WL}$$

$$= 3.487$$

$$\xi_a = 0.14 + 0.32 \frac{LCG}{L_{WL}} - 1.76 \left( \frac{LCG}{L_{WL}} \right)^2$$

$$a_x = -0.070$$

$$a_x = 3.729$$

Sehingga ;

$$P_{cd} = 14.323 \text{ kN/m}^2$$

Maka ;

$$p_{DP \text{ diambil}} = 14.323 \text{ kN/m}^2$$

$$t_p = 2.420 \text{ mm}$$

$$t_p \text{ diambil} = 3.500 \text{ mm}$$

$$= 8.00 \text{ mm}$$

## 5. Tebal Pelat *Interior Deck* DH I dan II

(ref : LR for Special Service Craft Part 5)

$$t_{\min} = \omega \sqrt{k_{ms}} (0.3\sqrt{L_R} + 1.3) \geq 3.0\omega$$

$$= 2.265 \text{ mm} \geq 3.00 \text{ mm}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part 6)

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{1}{j}}$$

Dimana ;

$$p_{DP} = \text{Beban geladak DH}$$

$$= \text{Greather of } p_{IDP}$$

$$p_{cd}$$

### a. Beban geladak DH I dan II

$$p_{IDP} = H_f S_f P_{wh}$$

Dimana ;

$$P_{wh} = f_L (6 + 0.01L_{WL})(1 + 0.05\Gamma) + E$$

$$f_L = \text{the location factor for interior decks}$$

$$= 1.00 \quad (\text{untuk Interior DH})$$

$$P_{wh} = -1.398 \text{ kN/m}^2$$

Sehingga ;

$$p_{IDP} = -1.468 \text{ kN/m}^2$$

### b. Beban geladak untuk muatan, gudang dan perlengkapan kapal

$$P_{cd} = 14.323 \text{ kN/m}^2$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 P_{DP} \text{ diambil} &= 14.323 \text{ kN/m}^2 \\
 t_p &= 2.420 \text{ mm} \\
 t_p \text{ diambil} &= 3.000 \text{ mm} \\
 &= 8.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## 6. Tebal Pelat Sisi DH I dan II

(ref : LR for Special Service Craft Part 5)

$$\begin{aligned}
 t_{\min} &= \omega \sqrt{k_{ms}} (0.4 \sqrt{L_R} + 1.1) \geq 3.0 \omega \\
 &= 2.488 \text{ mm} \geq 3.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part 6)

$$t_p = 22.4 s \gamma \beta \sqrt{\frac{t}{j}}$$

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 P_{DHP} &= \text{Beban deck house, bulwark dan superstructures} \\
 &= H_f S_f G_f P_{dhp}
 \end{aligned}$$

Dengan ;

$$\begin{aligned}
 P_{dhp} &= C_1 P_d \\
 C_1 &= 1.25 \\
 P_d &= P_{wh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2.043 \text{ kN/m}^2 \\
 P_{dhp} &= 2.554 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga ;

$$P_{DHP} = 2.279 \text{ kN/m}^2$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 t_p &= 0.966 \text{ mm} \\
 t_p \text{ diambil} &= 3.000 \text{ mm} \\
 &= 8.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## 7. Tebal Pelat Dinding Depan DH I

(ref : LR for Special Service Craft Part 5)

$$\begin{aligned}
 t_{\min} &= \omega \sqrt{k_{ms}} (0.62 \sqrt{L_R} + 1.8) \geq 3.5 \omega \\
 &= 3.936 \text{ mm} \geq 3.50 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part 6)

$$t_p = 22.4 s \gamma \beta \sqrt{\frac{t}{j}}$$

Dimana ;



$$P_{DHP} = 2.279 \text{ kN/m}^2$$

Maka ;

$$t_p = 0.966 \text{ mm}$$

$$t_p \text{ diambil} = 3.936 \text{ mm}$$

$$= 8.00 \text{ mm}$$

## 8. Tebal Pelat Dinding Depan DH II

(ref : LR for Special Service Craft Part

5)

$$t_{\min} = \omega \sqrt{k_{ms}} (0.55\sqrt{L_R} + 1.5) \geq 3.0\omega$$

$$= 3.411 \text{ mm} \geq 3.50 \text{ mm}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part

6)

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{t}{j}}$$

Dimana ;

$$P_{DHP} = 2.279 \text{ kN/m}^2$$

Maka ;

$$t_p = 0.966 \text{ mm}$$

$$t_p \text{ diambil} = 3.500 \text{ mm}$$

$$= 8.00 \text{ mm}$$

## 9. Tebal Pelat Dinding Belakang DH I dan DH II

(ref : LR for Special Service Craft Part

5)

$$t_{\min} = \omega \sqrt{k_{ms}} (0.25\sqrt{L_R} + 0.7) \geq 2.5\omega$$

$$= 1.566 \text{ mm} \geq 2.50 \text{ mm}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part

6)

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{t}{j}}$$

Dimana ;

$$P_{DHP} = 2.279 \text{ kN/m}^2$$

Maka ;

$$t_p = 0.966 \text{ mm}$$

$$t_p \text{ diambil} = 2.50 \text{ mm}$$

$$= 6.00 \text{ mm}$$

## 10. Tebal Pelat *Bulwark*

(ref : LR for Special Service Craft Part

5)

$$t_{\min} = \omega \sqrt{k_{ms}} (0.3\sqrt{L_R} + 1.0) \geq 2.0\omega$$

$$= 2.013 \text{ mm} \geq 2.00 \text{ mm}$$

(ref : LR for Special Service Craft Part

6)

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{t}{j}}$$

Dimana ;

$$P_{DHP} = 2.279 \text{ kN/m}^2$$

Maka ;

$$t_p = 0.966 \text{ mm}$$

$$t_p \text{ diambil} = 2.013 \text{ mm}$$

$$= 6.00 \text{ mm}$$

Rangkuman Tebal Pelat		
Item	Tebal	Satuan
1. Pelat Alas	8	mm
2. Pelat Alas Dalam	8	mm
3. Pelat Sisi <i>Main Deck</i>	8	mm
4. Pelat Geladak Cuaca	8	mm
5. Pelat Geladak Interior	8	mm
6. Pelat Sisi <i>Deck House I dan II</i>	8	mm
7. Pelat Dinding Depan <i>Deck House I dan II</i>	8	mm
8. Pelat Dinding Belakang <i>Deck House I dan II</i>	6	mm
9. <i>Bulwark</i>	6	mm
10. Jendela Akrilik <i>Demihull</i>	8	mm
11. Jendela Akrilik Geladak	8	mm

## Perhitungan Berat Aluminium

### 1. Berat Pelat Alas

(Ref : Software Maxsurf Pro untuk luasan alas)

$$W_{\text{alas}} = A \times t \times \eta_{\text{aluminium}}$$

Dimana ;

$$t = \text{Tebal pelat alas}$$

$$= 8.0 \text{ mm}$$

$$A = \text{Luasan bagian alas kapal}$$

$$= 162.17 \text{ m}^2$$

$$\eta_{\text{Aluminium}} = 2.7 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 2700 \text{ kg/m}^3$$

Maka ;

$$W_{\text{alas}} = 3502.937 \text{ kg}$$

$$= 3.503 \text{ ton}$$

## 2. Berat Lambung

(Ref : Software Maxsurf Pro untuk luasan lambung demihull)

$W_{\text{lambung}}$	$= A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
----------------------	---

Dimana ;

$$t = \text{Tebal pelat sisi}$$

$$= 8.0 \text{ mm}$$

$$A = \text{Luasan bagian lambung kapal}$$

$$A_{\text{lambung}} = 133.06 \text{ m}^2$$

$$\eta_{\text{Aluminium}} = 2.7 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 2700 \text{ kg/m}^3$$

Maka ;

$$W_{\text{Lambung}} = 2874.074 \text{ kg}$$

$$= 2.874 \text{ ton}$$

## 3. Berat Geladak

(Ref : Autocad untuk luasan geladak kapal)

$W_{\text{geladak}}$	$= A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
----------------------	---

Dimana ;

$$t = \text{Tebal pelat geladak}$$

$$= 8.0 \text{ mm}$$

$$A = \text{Luasan geladak}$$

$$A_{\text{geladak}} = 170.00 \text{ m}^2$$

$$\eta_{\text{Aluminium}} = 2.7 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 2700 \text{ kg/m}^3$$

Maka ;

$$W_{\text{geladak}} = 3672.000 \text{ kg}$$

$$= 3.672 \text{ ton}$$

## 4. Berat Lambung DH I

(Ref : Autocad untuk luasan lambung kapal)

$W_{\text{lambung I}}$	$= A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
------------------------	---

Dimana ;

$$t = \text{Tebal pelat lambung}$$

$$= 8.0 \text{ mm}$$

$$A = \text{Luasan lambung rumah geladak I - luas jendela}$$

$$= l_{\text{BA}} \times h_{\text{BA}} - A_{\text{jendela}}$$

Dengan ;

$$L_{\text{BA}} = \text{Panjang rumah geladak}$$

$$\begin{aligned}
 &= 14.50 \text{ m} \\
 H_{BA} &= \text{Tinggi bangunan atas} \\
 &= 1.80 \text{ m} \\
 A_{(1 \text{ sisi})} &= 26.10 \text{ m}^2 \\
 A_{\text{jendela}} &= 6.24 \text{ m}^2 \\
 A &= 39.72 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Maka ;} \\
 W_{\text{lambung I}} &= 857.952 \text{ kg} \\
 &= 0.858 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 5. Berat Lambung DH II

(Ref : Autocad untuk luasan lambung kapal)

$W_{\text{lambung II}} = A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
---

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 t &= \text{Tebal pelat lambung} \\
 &= 8.0 \text{ mm} \\
 A &= \text{Luasan lambung rumah geladak II - luas jendela} \\
 &= l_{BA} \times h_{BA} - A_{\text{jendela}}
 \end{aligned}$$

Dengan ;

$$\begin{aligned}
 L_{BA} &= \text{Panjang rumah geladak} \\
 &= 4.50 \text{ m} \\
 H_{BA} &= \text{Tinggi bangunan atas} \\
 &= 1.80 \text{ m} \\
 A_{(1 \text{ sisi})} &= 8.10 \text{ m}^2 \\
 A_{\text{jendela}} &= 3.84 \text{ m}^2 \\
 A &= 8.52 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 W_{\text{lambung II}} &= 184.032 \text{ kg} \\
 &= 0.184 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 6. Berat Geladak DH I

(Ref : Autocad untuk luasan geladak kapal)

$W_{\text{geladak I}} = A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
--

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 t &= \text{Tebal pelat geladak} \\
 &= 8.0 \text{ mm} \\
 A &= \text{Luasan geladak}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 97.75 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 W_{\text{geladak I}} &= 2111.400 \text{ kg} \\
 &= 2.111 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 7. Berat Geladak DH II

$W_{\text{geladak II}}$	$A \times t \times \eta$
	$\text{Aluminium}$

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 t &= \text{Tebal pelat geladak} \\
 &= 8.0 \text{ mm} \\
 A &= \text{Luasan geladak} \\
 &= 46.00 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 W_{\text{geladak II}} &= 993.6 \text{ kg} \\
 &= 0.994 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 8. Berat Dinding Depan DH I

$W_{\text{dinding I}}$	$A \times t \times \eta_{\text{baja}}$
------------------------	--

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 t &= \text{Tebal pelat dinding} \\
 &= 8.0 \text{ mm} \\
 A &= \text{Luasan dinding} \\
 &= b_{BA} \times h_{BA} \\
 B_{ba} &= \text{Lebar dinding depan} \\
 &= 3.00 \text{ m} \\
 H_{ba} &= \text{Tinggi bangunan atas} \\
 &= 1.80 \text{ m} \\
 A &= 5.4 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 W_{\text{dinding I}} &= 116.64 \text{ kg} \\
 &= 0.117 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 9. Berat Dinding Depan DH II

$W_{\text{dinding II}} = A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
---

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 t &= \text{Tebal pelat dinding} \\
 &= 8.0 \text{ mm} \\
 A &= \text{Luasan dinding} \\
 &= b_{BA} \times h_{BA} \\
 B_{ba} &= \text{Lebar dinding depan} \\
 &= 3.00 \text{ m} \\
 H_{ba} &= \text{Tinggi bangunan atas} \\
 &= 1.80 \text{ m} \\
 A &= 5.4 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 W_{\text{dinding II}} &= 116.640 \text{ kg} \\
 &= 0.117 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 10. Berat Dinding Belakang DH I

$W_{\text{dinding I}} = A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
--

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 t &= \text{Tebal pelat dinding} \\
 &= 6.0 \text{ mm} \\
 A &= \text{Luasan dinding - Luas pintu} \\
 A_{\text{pintu}} &= 2.64 \text{ m}^2 \\
 A_{\text{dinding}} &= b_{BA} \times h_{BA} \\
 B_{ba} &= \text{Lebar dinding belakang} \\
 &= 3 \text{ m} \\
 H_{ba} &= \text{Tinggi bangunan atas} \\
 &= 1.80 \text{ m} \\
 A_{\text{dinding}} &= 5.40 \text{ m}^2 \\
 A &= 2.76 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka ;

$$\begin{aligned}
 W_{\text{dinding I}} &= 44.712 \text{ kg} \\
 &= 0.045 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 11. Berat Dinding Belakang DH II

$W_{\text{dinding II}} = A \times t \times \eta_{\text{Aluminium}}$
---

Dimana ;

$$t = \text{Tebal pelat dinding}$$

$$\begin{aligned}
 &= 6.0 \text{ mm} \\
 A &= \text{Luasan dinding - Luas pintu} \\
 A_{\text{pintu}} &= 2.64 \text{ m}^2 \\
 A_{\text{dinding}} &= b_{BA} \times h_{BA} \\
 B_{ba} &= \text{Lebar dinding belakang} \\
 &= 3.00 \text{ m} \\
 H_{ba} &= \text{Tinggi bangunan atas} \\
 &= 1.80 \text{ m} \\
 A_{\text{dinding}} &= 5.40 \text{ m}^2 \\
 A &= 2.76 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{Aluminium}} &= 2.7 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Maka ;} \\
 W_{\text{dinding II}} &= 44.712 \text{ kg} \\
 &= 0.045 \text{ ton} \\
 \text{Setelah didapatkan berat setiap bagian, maka didapatkan} \\
 \text{berat total aluminium, yaitu ;} \\
 W_{\text{total}} &= 14.519 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 12. Berat Kaca pada Bagian Depan DH 2

$$\begin{aligned}
 L_{\text{kaca}} &= 7.840 \text{ m} \\
 H_{\text{kaca}} &= 0.700 \text{ m} \\
 A_{\text{kaca}} &= 5.488 \text{ m}^2 \\
 \eta_{\text{kaca}} &= 2579 \text{ kg/m}^3 \\
 W_{\text{kaca}} &= 14.154 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0.014 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## 13. Berat Konstruksi

Berdasarkan pengalaman empiris, berat konstruksi lambung berkisar 25-50% dari total berat baja lambung

$W_{\text{konst}}$	$=$	$35\% W_{\text{Aluminium}}$
	$=$	3.630 ton

Rekapitulasi DWT dan LWT			
DEAD WEIGHT			
No.	Macam-Macam Berat	Jumlah	Satuan
1	Berat Bahan Bakar	0.080	ton
2	Berat Minyak Lumas	0.003	ton
3	Berat Air Tawar	1.013	ton
4	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	0.735	ton
5	Berat Kru dan Barang Bawaan	0.255	ton
SUBTOTAL		2.085	ton

<b><i>LIGHT WEIGHT</i></b>			
<b>No.</b>	<b>Macam-Macam Berat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>
<b>Permesinan ;</b>			
1	Mesin Induk	1.534	ton
2	Generator	1.380	ton
<b>Perlengkapan ;</b>			
		7.246	ton

<b>Konstruksi ;</b>			
1	Alas	3.503	ton
2	Lambung	2.874	ton
3	Geladak	3.672	ton
4	Bangunan Atas	4.470	ton
5	Estimasi Konstruksi Kapal	3.630	ton
6	<i>Bulwark</i>	0.000	ton
7	<i>Railing</i>	1.218	ton
<b>SUBTOTAL</b>		<b>29.526</b>	<b>ton</b>
<b>BERAT KESELURUHAN LWT dan DWT</b>		<b>31.611</b>	<b>ton</b>

<b>Koreksi Displasemen Menurut Hukum Archimedes</b>		
Berat total (penjabaran berat LWT + DWT)	31.611	ton
Displasemen	31.655	ton
Selisih margin adalah $\pm 5$ % dari displasemen		
Selisih maksimal yang diijinkan	3.166	ton
Selisih displasemen dengan berat total	0.044	ton
	0.140	%
Kesimpulan	<b><i>Accepted</i></b>	

### **Perhitungan Titik Berat Kapal**

#### **Ukuran Utama**

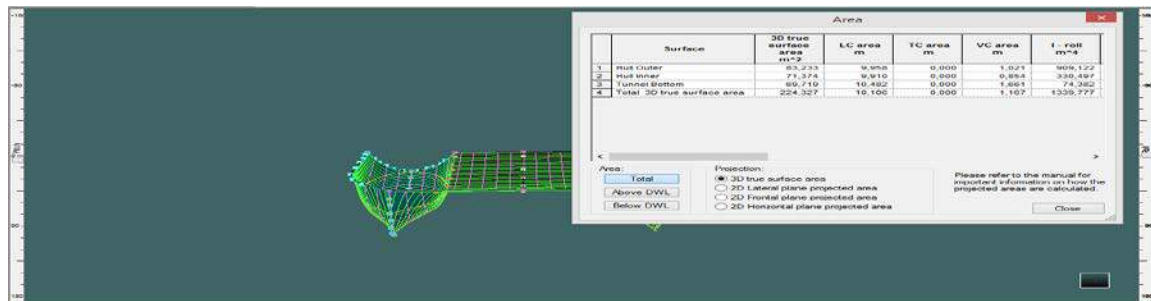
Lwl	=	22.30	m
Lpp	=	22.30	m
B	=	9.30	m
B1	=	3.30	m
H	=	3.60	m
T	=	1.52	m
S	=	6.00	m
C <sub>B</sub>	=	0.398	
LCB	=	0.760	m dari <i>midship</i>
$\Delta$	=	32	kg

#### **I. LWT**



## 1. Perhitungan Titik Berat *Hull*

(Ref : Maxsurf Modeller untuk mencari LCG dan VCG)



### a. *Demihull*

Berat = 2507.52 kg  
 LCG = -0.929 m dari *midship*  
 VCG = 1.733 m dari *baseline*

### b. *Alas*

Berat = 1861.92 kg  
 LCG = -0.845 m dari *midship*  
 VCG = 0.712 m dari *baseline*

Maka ;

$W_{\text{hull}} = 4369.44 \text{ kg}$   
 $LCG_{\text{hull}} = \frac{3134.40 \times -0.929 + 2327.4 \times -0.845}{5461.8}$   
 $= -0.893 \text{ m dari midship}$   
 $= 10.107 \text{ m dari AP}$

$VCG_{\text{hull}} = \frac{3134.40 \times 1.733 + 2327.4 \times 0.712}{5461.8}$   
 $= 1.298 \text{ m dari baseline}$

## 2. Perhitungan Titik Berat *Deck*

(Ref : Maxsurf Modeller untuk mencari LCG dan VCG)

Berat = 3968.4 kg  
 LCG = -0.323 m dari *midship*  
 VCG = 3.600 m dari *baseline*

## 3. Perhitungan Titik Berat *Constuction*

(LCG dan VCG *Construction* disamakan dengan LCG dan VCG *Hull*)

Berat = 4442.65 kg

LCG	=	-0.893	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.298	m dari <i>baseline</i>

#### 4. Perhitungan Titik Berat *Equipment*

(*LCG dan VCG Equipment disamakan dengan LCG dan VCG Deck*)

Berat	=	2095.50	kg
LCG	=	-0.323	m dari <i>midship</i>
VCG	=	3.600	m dari <i>baseline</i>

#### 5. Perhitungan Titik Berat *Generator*

(*Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG*)

Berat	=	1430.00	kg
LCG	=	-5.750	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.400	m dari <i>baseline</i>

#### 6. Perhitungan Titik Berat *Engine*

(*Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG*)

Berat	=	836.00	kg
LCG	=	-7.750	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.400	m dari <i>baseline</i>

#### 7. Perhitungan Titik Berat *Deck House*

(*Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG*)

##### a. Deck House I

Berat	=	3130.7	kg
LCG	=	0.500	m dari <i>midship</i>
VCG	=	4.500	m dari <i>baseline</i>

##### b. Deck House II

Berat	=	1338.98	kg
LCG	=	2.250	m dari <i>midship</i>
VCG	=	6.300	m dari <i>baseline</i>

Maka ;

$W_{\text{Deck House}}$	=	4469.69	kg
$LCG_{\text{Deck House}}$	=	$\frac{3541.05 \times 0.5 + 2445.71 \times 2.25}{5530.46}$	
	=	1.024	m dari <i>midship</i>
$VCG_{\text{Deck House}}$	=	$\frac{3541.05 \times 3.3 + 2445.71 \times 5.1}{5530.46}$	
	=	5.039	m dari <i>baseline</i>

#### 8. Perhitungan Titik Berat *Railing*

(*Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG*)

#### a. RailingDeck House I

Berat	=	899.73	kg
LCG	=	-0.800	m dari <i>midship</i>
VCG	=	4.500	m dari <i>baseline</i>

#### b. RailingDeck House

##### II

Berat	=	317.93	kg
LCG	=	-0.500	m dari <i>midship</i>
VCG	=	6.300	m dari <i>baseline</i>

Maka ;

$W_{Railing}$	=	1217.65	kg
$LCG_{Railing}$	=	$\frac{1049.68 \times -0.8 + 370.91 \times -0.5}{1420.59}$	
	=	-0.722	m dari <i>midship</i>
$VCG_{Railing}$	=	$\frac{1049.68 \times 3.3 + 370.91 \times 5.1}{1420.59}$	
	=	4.970	m dari <i>baseline</i>

### **9. Perhitungan Titik Berat *Bulwark***

(Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	281.88	kg
LCG	=	0.500	m dari <i>midship</i>
VCG	=	4.500	m dari <i>baseline</i>

## **II. DWT**

### **1. Perhitungan Titik Berat Bahan Bakar**

(Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	34.31	kg
LCG	=	-10.250	m dari <i>midship</i>
VCG	=	0.550	m dari <i>baseline</i>

### **2. Perhitungan Titik Berat Minyak Lumas**

(Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	0.62	kg
LCG	=	-10.250	m dari <i>midship</i>
VCG	=	0.550	m dari <i>baseline</i>

### **3. Perhitungan Titik Berat Air Tawar**

(Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

Berat	=	2559.34	kg
LCG	=	-3.500	m dari <i>midship</i>
VCG	=	1.140	m dari <i>baseline</i>

#### 4. Perhitungan Titik Berat Penumpang dan Kru

(Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

##### a. Berat Penumpang dan Kru di Deck House I

Berat	=	4050.00	kg
LCG	=	0.500	m dari <i>midship</i>
VCG	=	4.500	m dari <i>baseline</i>

##### b. Berat Penumpang di Deck House II

Berat	=	3750.00	kg
LCG	=	0.500	m dari <i>midship</i>
VCG	=	6.300	m dari <i>baseline</i>

##### c. Berat Kru di Deck House II

Berat	=	225.00	kg
LCG	=	7.250	m dari <i>midship</i>
VCG	=	6.300	m dari <i>baseline</i>

Maka ;

W Penumpang&kru	=	8025.00	kg
LCG Penumpang&kru	=	$\frac{4050 \times 0.5 + 3750 \times 0.5 + 225 \times 7.25}{8025}$	
	=	0.689	m dari <i>midship</i>
VCG Penumpang&kru	=	$\frac{4050 \times 3.3 + 3750 \times 5.1 + 225 \times 5.1}{8025}$	
	=	5.392	m dari <i>baseline</i>

#### 5. Perhitungan Titik Berat Barang Bawaan Penumpang dan Kru

(Ref : Autocad untuk mencari LCG dan VCG)

##### a. Berat Barang Bawaan Penumpang

Berat	=	1000.00	kg
LCG	=	8.250	m dari <i>midship</i>
VCG	=	0.750	m dari <i>baseline</i>

##### b. Berat Barang Bawaan Kru

Berat	=	70.00	kg
LCG	=	8.250	m dari <i>midship</i>
VCG	=	0.750	m dari <i>baseline</i>

Maka ;

W Barang Bawaan	=	1070.00	kg
LCG Barang Bawaan	=	$\frac{1000 \times 8.25 + 70 \times 8.25}{1070}$	
	=	8.250	m dari <i>midship</i>
VCG Barang Bawaan	=	$\frac{1000 \times 0.75 + 70 \times 0.75}{1070}$	

Bawaan

=

1070

=

0.75 m dari *baseline*

REKAPITULASI TITIK BERAT								
LWT								
HULL			DECK			CONSTRUCTION		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
4369.44	-0.893	1.298	3968.40	-0.323	3.600	4442.65	-0.893	1.298
EQUIPMENT			GENERATOR			MAIN ENGINE		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
2095.50	-0.323	3.600	1430.00	-5.750	1.400	836.00	-7.750	1.400
DECK HOUSE			RAILING			BULWARK		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
4469.69	1.024	5.039	1217.65	-0.722	4.970	281.88	0.500	4.500
DWT								
FUEL OIL			LUBRICATIONG OIL			FRESH WATER		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
34.31	-10.250	0.550	0.624	-10.250	0.550	2559.34	-3.500	1.140
PASSENGER & CREW			BAGAGE					
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]			
8025.00	0.689	5.392	1070.00	8.250	0.750			
REKAPITULASI TITIK BERAT								
LWT			DWT			TOTAL		
Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]	Berat [kg]	LCG [m]	VCG [m]
23111	-0.895	2.868	11689	0.431	4.021	34800	-0.450	3.255

### Perhitungan Lambung Timbul

Karena kapal yang didesain berukuran kurang dari 24 m, maka perhitungan lambung timbul tidak mengacu pada *International Convention on Load Line (ICLL)* 1966 dan mengacu pada aturan *Non-Convention Vessel Standard Indonesia Flagged Chapter VI*.

#### Ukuran Utama

$L_{pp}$  = 22.30 m

$T$  = 1.52 m

$H$  = 3.60 m

$$\begin{aligned}
 d &= 0.85 H \\
 &= 3.06 \text{ m} \\
 B &= 9.30 \text{ m} \\
 B_1 &= 3.30 \text{ m} \\
 \tilde{N} &= 30.883 \text{ m}^3 \\
 C_B &= \boxed{\boxed{389}}
 \end{aligned}$$

## 1. Tipe Kapal

(Ref: Non-Convention Vessel Standard Chapter 6)

Secara garis besar, tipe kapal dibedakan menjadi dua yaitu kapal tipe A dan kapal tipe B. Kapal tipe B adalah kapal selain tipe A, sedangkan kapal Tipe A adalah;

- Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir.

Sehingga kapal wisata katamaran termasuk kapal **Tipe B**

## 2. Lambung Timbul Awal ( $Fb_1$ )

(Ref: Non-Convention Vessel Standard Chapter 6, untuk  $L < 50 \text{ m}$ )

$Fb_1$	=	0.8 L	(untuk $L < 50 \text{ m}$ )
	=	17.84	cm
	=	0.1784	m

## 3. Faktor Koreksi

(koreksi dilakukan untuk  $C_B$ ,  $H$ , dan bangunan atas)

### a. Koreksi lambung timbul terhadap koefisien blok ( $C_B$ )

Koreksi  $C_B$  hanya dilakukan untuk kapal dengan  $C_B > 0.68$ , sehingga tidak perlu dikoreksi.

### b. Koreksi lambung timbul terhadap tinggi kapal ( $H$ )

$$H = 3.60 \text{ m}$$

$$L/15 = 1.487 \text{ m}$$

Koreksi  $H$  hanya dilakukan untuk kapal dengan  $H > L/15$ , maka;

$$\begin{aligned}
 \text{koreksi} &= 20 (H - L/15) \\
 &= 42.267 \text{ cm} \\
 &= 0.423 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$Fb_2$	=	$Fb_1 + \text{koreksi}$
		0.601 m

### c. Koreksi lambung timbul terhadap bangunan atas (BA)

Untuk kapal yang tidak memiliki bangunan atas ( $b \geq 96\% B$ ), maka tidak dilakukan koreksi lambung timbul.

#### 4. Total Lambung Timbul

FB	=	Fb <sub>2</sub>
	=	0.601 m

#### 5. Lambung Timbul Sebenarnya

Besarnya lambung timbul sebenarnya diperoleh dari H-T kapal, maka;

$$H-T = 2.08 \text{ m}$$

#### 6. Tinggi Minimum Lambung Timbul

Lambung timbul minimum untuk kapal tipe B setelah dikoreksi, baik ditambah ataupun dikurangi tidak boleh kurang dari 15 cm.

#### 7. Tinggi Minimum Haluan

Persyaratan tinggi minimum haluan kapal tidak berlaku untuk kapal dengan  $L < 24 \text{ m}$ .

#### 8. Kesimpulan

Keterangan	Nilai
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.60
Lambung Timbul Sebenarnya	2.08
Kesimpulan	<i>Accepted</i>

### Perhitungan Stabilitas

Perhitungan stabilitas kapal menggunakan software *Maxsurf Stability Enterprise* dengan kriteria stabilitas katamaran dengan panjang kurang dari 24 m mengacu pada *Marine Guidance Note (MGN) 280 Chapter 11- Section 3.7*.

#### 1. Kondisi muatan *consummable* penuh (100%)

Lengan Statis (GZ)	
Sudut (°)	Lengan Gz (m)
0	0.000
5	1.414
10	2.827
15	2.953
20	3.078
25	2.816
30	2.553
35	2.245
40	1.936

Lengan Dinamis (L<sub>D</sub>)

$$L_{Dn} = 1/3 \cdot h \cdot (GZ_{n-10} + 4 \cdot GZ_{n-5} + GZ_n)$$

Dimana ;

$$h = 5 \text{ derajat}$$

$$L_D (10^\circ) = 1/3 \times h (GZ (0^\circ) + 4GZ (5^\circ) + GZ (10^\circ))$$

$$L_D (10^\circ) = 14.135 \text{ meter derajat}$$

$$L_D (15^\circ) = 26.123 \text{ meter derajat}$$

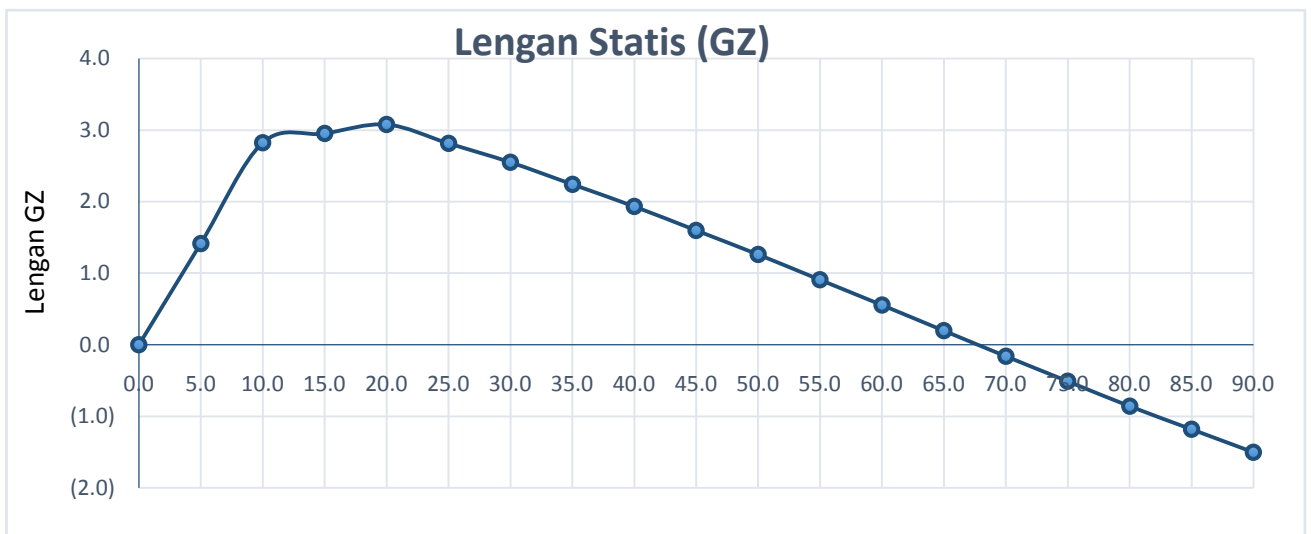
$$L_D (20^\circ) = 29.525 \text{ meter derajat}$$

45	1.599
50	1.262
55	0.909
60	0.556
65	0.199
70	-0.159
75	-0.510
80	-0.860
85	-1.183
90	-1.505

Maka ;

Lengan GZ max = 3.078 m

$\Theta$  GZ max =  $20^\circ$



A. Jika GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 15^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ  $\geq 0.085$  m.rad (4.870 m.deg). Jika GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 30^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ  $\geq 0.055$  m.rad (3.151 m.deg). Jika GZ maksimum terjadi antara  $\Theta = 15-30^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ  $\geq A = 0,055 + 0,002 (30- \theta \text{ GZ Max})$  m.rad.

**Dikarenakan GZ max terjadi pada  $20^\circ$  maka ;**

A20min = 0.075 meter.derajat

A20 sebenarnya = 25.840 meter.derajat

Kondisi = *Accepted*

B. Daerah di bawah kurva antara  $\theta = 30^\circ$  dan  $\theta = 40^\circ$  tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

A<sub>30-40</sub> min = 1.719 meter.derajat

A<sub>30-40</sub> = 35.34 meter.derajat

Kesimpulan = *Accepted*

C. GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;

Gz  $30^\circ$  min = 0.200 meter

Gz  $30^\circ$  = 1.704 meter



Kesimpulan = *Accepted*

D. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat

GZ<sub>max</sub> min = 15°

GZ<sub>max</sub> = 20°

Kesimpulan = *Accepted*

E. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.35 meter.

GM min = 0.350 meter

GM = 9.589 meter

Kesimpulan = *Accepted*

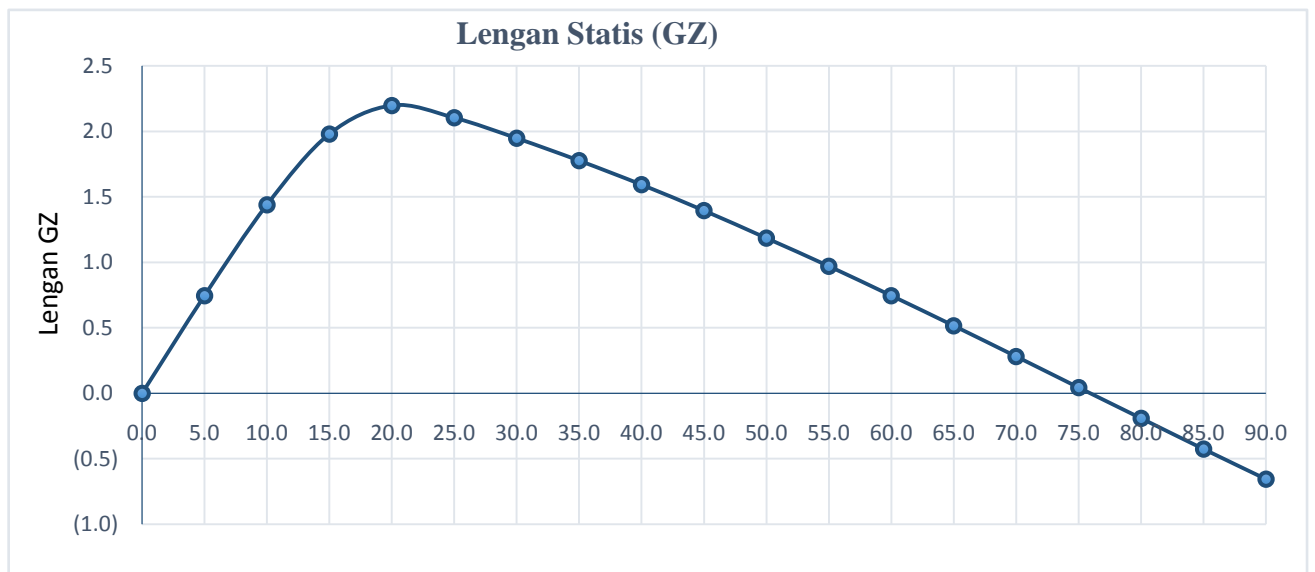
<b>Kondisi muatan consummable penuh</b>		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A\theta_{(20)} \geq 0,075$	meter.derajat	25.840
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	35.340
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.704
$\theta GZ_{\max} \geq 15^\circ$	derajat	20°
$GM \geq 0.35$	meter	9.589

## 2. Kondisi muatan consummable 50%

<b>Lengan Statis (GZ)</b>		
Sudut (°)	Lengan Gz (m)	
0	0.000	Lengan Dinamis (L <sub>D</sub> )
5	0.746	
10	1.439	Dimana ;
15	1.980	
20	2.198	h = 5 derajat
25	2.103	
30	1.948	L <sub>D</sub> (10°) = 1/3 x h (GZ (0°) + 4GZ (5°) + GZ (10°))
35	1.777	
40	1.592	L <sub>D</sub> (10°) = 7.372 meter derajat
45	1.394	
50	1.186	L <sub>D</sub> (15°) = 14.137 meter derajat
55	0.969	
60	0.744	L <sub>D</sub> (20°) = 19.262 meter derajat
65	0.514	
70	0.280	
75	0.044	
80	-0.191	Maka ;
85	-0.426	
90	-0.656	

Lengan GZ max = 2.198 m

θ GZ max = 20°



A. Jika GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 15^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak  $GZ \geq 0.085$  m.rad (4.870 m.deg). Jika GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 30^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak  $GZ \geq 0.055$  m.rad (3.151 m.deg). Jika GZ maksimum terjadi antara  $\Theta = 15-30^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak  $GZ \geq A = 0,055 + 0,002 (30- \theta \text{ GZ Max})$  m.rad.

**Dikarenakan GZ max terjadi pada  $20^\circ$  maka ;**

$A_{20 \text{ min}} = 0.075$  meter.derajat  
 $A_{20} = 14.137$  meter.derajat  
 Kondisi = *Accepted*

B. Daerah di bawah kurva antara  $\theta = 30^\circ$  dan  $\theta = 40^\circ$  tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

$A_{30-40 \text{ min}} = 1.719$  meter.derajat  
 $A_{30-40} = 37.470$  meter.derajat  
 Kesimpulan = *Accepted*

C. GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;

$Gz_{30^\circ \text{ min}} = 0.200$  meter  
 $Gz_{30^\circ} = 1.948$  meter  
 Kesimpulan = *Accepted*

D. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat

$GZ_{\text{max min}} = 15^\circ$   
 $GZ_{\text{max}} = 20^\circ$   
 Kesimpulan = *Accepted*

E. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.35 meter.

GM min = 0.350 meter  
 GM = 8.630 meter  
 Kesimpulan = *Accepted*

Kondisi muatan <i>consummable</i> 50%		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A\theta_{(20)} \geq 0,075$	meter.derajat	14.137
$A\theta_{(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	37.470
$GZ\theta_{30} \geq 0,2$	meter	1.948
$\theta GZ_{\max} \geq 15^\circ$	derajat	20°
$GM \geq 0.35$	meter	8.630

### 3. Kondisi muatan *consummable* 10%

Lengan Statis (GZ)	
Sudut (°)	Lengan Gz (m)
0	0.000
5	0.767
10	1.466
15	2.017
20	2.216
25	2.091
30	1.929
35	1.752
40	1.560
45	1.357
50	1.143
55	0.920
60	0.691
65	0.457
70	0.219
75	-0.020
80	-0.258
85	-0.493
90	-0.724

Lengan Dinamis ( $L_D$ )

$$L_{Dn} = 1/3 \cdot h \cdot (GZ_{n-10} + 4 \cdot GZ_{n-5} + GZ_n)$$

Dimana ;

$$h = 5 \text{ derajat}$$

$$L_D (10^\circ) = 1/3 \times h \cdot (GZ (0^\circ) + 4GZ (5^\circ) + GZ (10^\circ))$$

$$L_D (10^\circ) = 7.557 \text{ meter derajat}$$

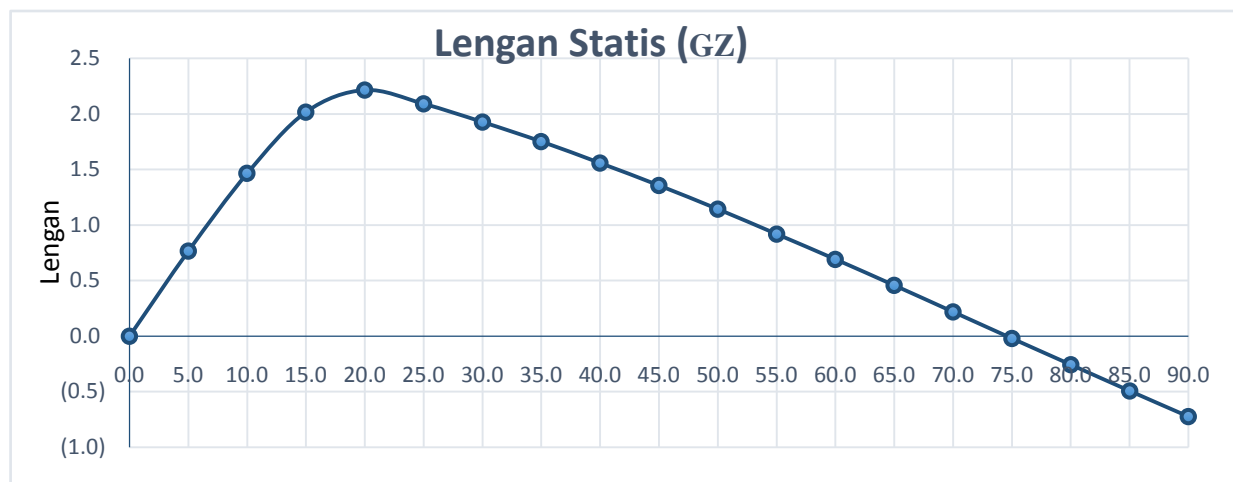
$$L_D (15^\circ) = 14.413 \text{ meter derajat}$$

$$L_D (20^\circ) = 19.583 \text{ meter derajat}$$

Maka ;

$$\text{Lengan GZ max} = 2.216 \text{ m}$$

$$\theta \text{ GZ max} = 20^\circ$$



A. Jika GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 15^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak  $GZ \geq 0.085 \text{ m.rad}$  (4.870 m.deg). Jika GZ maksimum terjadi pada  $\Theta = 30^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak  $GZ \geq 0.055 \text{ m.rad}$  (3.151 m.deg). Jika GZ maksimum terjadi antara  $\Theta = 15-30^\circ$  maka luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak  $GZ \geq A = 0,055 + 0,002 (30- \theta \text{ GZ Max}) \text{ m.rad}$ .

**Dikarenakan GZ max terjadi pada  $20^\circ$  maka ;**

A<sub>20min</sub> = 0.075 meter.derajat  
A<sub>20</sub> = 14.413 meter.derajat  
Kondisi = *Accepted*

B. Daerah di bawah kurva antara  $\theta = 30^\circ$  dan  $\theta = 40^\circ$  tidak boleh kurang dari 0,03 meter radian. (1.719 m.deg)

A<sub>30-40 min</sub> = 1.719 meter.derajat  
A<sub>30-40</sub> = 37.990 meter.derajat  
Kesimpulan = *Accepted*

C. GZ tidak boleh kurang dari 0,2 meter pada sudut 30 derajat ;

Gz  $30^\circ \text{ min}$  = 0.200 meter  
Gz  $30^\circ$  = 1.929 meter  
Kesimpulan = *Accepted*

D. Lengan penegak maksimal harus terjadi pada sudut minimal 15 derajat

GZ<sub>max min</sub> =  $15^\circ$   
GZ<sub>max</sub> =  $20^\circ$   
Kesimpulan = *Accepted*

E. Ketinggian metasenter (GM) tidak boleh kurang dari 0.35 meter.

GM min = 0.350 meter  
GM = 8.925 meter  
Kesimpulan = *Accepted*

Kondisi muatan <i>consummable 10%</i>		
Kriteria	Satuan	Nilai Stabilitas
$A_{\theta(20)} \geq 0,075$	meter.derajat	14.413
$A_{\theta(30-40)} \geq 1.719$	meter.derajat	37.990
$GZ_{\theta 30} \geq 0,2$	meter	1.929
$\theta GZ_{\max} \geq 15^\circ$	derajat	$20^\circ$
$GM \geq 0.35$	meter	8.925

## Perhitungan Trim

*Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons*

### Sifat Hidrostatik

#### 1. KB

$$\begin{aligned} KB/T &= 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B \\ &= 0.7516 \\ KB &= 1.142432 \text{ m} \end{aligned}$$

*Parametric Ship Design hal. 11 - 18*

#### 2. BM<sub>T</sub>

$$\begin{aligned} C_I &= 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041 \\ &= 0.046795 \\ I_T &= C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3 \\ &= 839.373 \text{ m}^4 \\ &\quad ; \text{ jarak } B \text{ dan } M \text{ secara} \\ BM_T &= I_T / \nabla \quad \text{melintang} \\ &= 27.179 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 3. BM<sub>L</sub>

$$\begin{aligned} C_{IL} &= 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146 \\ &= 0.036039 \\ I_L &= C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B \\ &= 3716.8505 \text{ m}^4 \\ &\quad ; \text{ jarak } B \text{ dan } M \text{ secara} \\ BM_L &= I_L / \nabla \quad \text{melintang} \\ &= 120.3511 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 4. GM<sub>L</sub>

$$\begin{aligned} &= KB + BM_L - KG \\ &= 118.2381 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ Trim} &= (LCG - LCB) / L_{PP} / GML) \quad ; \text{ Parametric Ship Design} \\ &\quad \text{hal 11 - 27} \end{aligned}$$

$$= 0.058534 \text{ m}$$

Kondisi Trim

### Trim Buritan

; (karena jika nilai trim < 0 maka trim haluan; trim > 0

maka trim buritan; trim = 0

maka even keel)

(SOLAS 2001 chapter II-1 part B REG. 22)

#### 6. Batasan Trim

$$\begin{aligned} 0.5 \% \cdot L_{PP} &= 0.1115 \end{aligned}$$

Kondisi Batasan Trim

Diterima

## Perhitungan Biaya Produksi

### 1. Biaya Aluminium 5083

(Ref : <http://www.alibaba.com>)

Sumber: Alibaba.com <https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html>

Biaya Aluminium	:	Berat Al total (ton) x Harga Al /ton
-----------------	---	--------------------------------------

Dimana ;

#### Rekapitulasi Berat Aluminium

Berat Al total	=	16.931	ton
Harga Alumiiium/ton	=	3000	USD/ton
Maka ;			
Biaya Alumunium	=	\$	50,792.16

### b. Biaya Elektroda

Sumber: Nekko Steel - Aneka Maju.com

Harga elektroda setiap tonnya adalah USD 5000, sedangkan berat elektroda diasumsikan 10% dari total berat baja.

Biaya Elektroda	:	Berat elektroda (ton) x Harga elektroda /ton
-----------------	---	--

Dimana ;

Harga baja/ton	=	5000	USD/ton
Berat Elektroda	=	1.693	ton

Maka ;

Biaya Elektroda	=	\$	8,465.36
-----------------	---	----	----------

Sehingga biaya total dari baja dan elektroda adalah ;

<b>TOTAL</b>	=	\$	<b>59,257.52</b>
--------------	---	----	------------------

### 2. Biaya Kaca

(Ref : <http://m.alibaba.com/product/60051692306/underwater-window/>)

#### a. Kaca di DH 2

Luasan Kaca	=	5.488	m <sup>2</sup>
Harga Satuan	=	\$	20.00 /m <sup>2</sup>
Maka ;			
Biaya	=	\$	109.76

#### b. Sliding Door

Luasan Pintu	=	2	m <sup>2</sup>
Harga Satuan	=	\$	150.00 /m <sup>2</sup>
Maka ;			
Biaya	=	\$	300.00

Sehingga biaya total dari Kaca adalah ;

<b>TOTAL</b>	=	\$	<b>409.76</b>
--------------	---	----	---------------

Cat

Cat Primer	=	\$	3,600.00
Cat AC & AF	=	\$	237.50
Cat Eksterior	=		112.3 m <sup>2</sup>
	=	\$	50.00 /m <sup>2</sup>
	=	\$	5,615.00
<b>Total</b>	=	<b>\$</b>	<b>9,452.50</b>

	CV. Soka
Jasa :	Surabaya
Harga	\$ 35.00
Jasa :	/m <sup>2</sup>
Cat :	Enamel
Harga	\$ 15.00
Cat :	/m <sup>2</sup>

### 3. Biaya Permesinan

(Ref : [www.Cat.com](http://www.Cat.com))

#### a. Inboard Engine

Biaya Mesin	:	Jumlah x Harga mesin/satuan
-------------	---	-----------------------------

Dimana ;

Harga Mesin = \$ 25,000.00

Jumlah Mesin = 2

Biaya Pengiriman = \$ 500.00

Biaya Pemasangan = \$ 31,250.00

Maka ;

Biaya Mesin = \$ 81,750.00

#### b. Genset

Biaya Genset	:	Jumlah x Harga genset/satuan
--------------	---	------------------------------

Dimana ;

Harga Genset = \$ 10,000.00

Jumlah Genset = 2

Maka ;

Biaya Genset = \$ 20,000.00

#### c. Kelistrikan

Biaya kelistrikan digunakan untuk kebutuhan kabel-kabel, saklar dan, lain-lain yang diasumsikan USD 500.

Sehingga biaya total dari permesinan adalah ;

**TOTAL = \$ 102,250.00**

### 4. Biaya Perlengkapan

#### a. Biaya Railing

(Ref : [www.metaldepot.com](http://www.metaldepot.com))

Biaya Railing	:	Panjang Railing (m) x Harga Railing /m
---------------	---	--

Dimana ;

Harga Railing/m = \$ 35.00 /m

Panjang Railing = 50.00 m

Maka ;  
 Biaya *Railing* = \$ 1,750.00

**b. Biaya Furniture**

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Meliputi :

Biaya Tempat Tidur	=	\$	1,460.00	
Biaya Jacuzzi	=	\$	5,000.00	
Biaya TV	=	\$	800.00	
Biaya Dapur Set	=	\$	1,000.00	
Biaya Bathub	=	\$	1,850.00	
Biaya Wastafel	=	\$	350.00	
Biaya Vynil	=		251 m <sup>2</sup>	
	=	\$	10.00 /m <sup>2</sup>	Sumber: alibaba.com
	=	\$	2,510.00	
Sofa Set	=	\$	3,570.00	
Refigerator	=	\$	1,000.00	
AC	=	\$	2,415.00	
Closet	=	\$	1,330.00	
Shower	=	\$	133.00	
Ex Fan	=	\$	1,400.00	
Dining Room	=	\$	1,430.00	
Diving Equipment	=	\$	4,200.00	
TV LED 32"	=	\$	220.00	
Biaya Total Furniture	=	\$	28,929.00	

**c. Biaya Jangkar**

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Biaya Jangkar	:	Jumlah Jangkar x Harga/satuan
---------------	---	-------------------------------

Dimana ;

HargaJangkar	=	\$	4.00 /kg
Berat Jangkar	=		80 kg
Jumlah Jangkar	=		2

Maka ;

Biaya Jangkar	=	\$	640.00
---------------	---	----	--------

**d. Biaya Pintu Kabin**

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Biaya Pintu	:	Jumlah Pintu x Harga/satuan
-------------	---	-----------------------------

Dimana ;

Harga Pintu	=	\$	20.00
Jumlah Pintu	=		14

Maka ;

Biaya Pintu	=	\$	280.00
-------------	---	----	--------



e. Biaya Pintu Kedap

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Biaya Pintu	:	Jumlah Pintu x Harga/satuan
-------------	---	-----------------------------

Dimana ;

Harga Pintu = \$ 25.00

Jumlah Pintu = 7

Maka ;

Biaya Pintu = \$ 175.00

f. Biaya Jendela

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Biaya Jendela	:	Jumlah Jendela x Harga/satuan
---------------	---	-------------------------------

Dimana ;

Harga Jendela = \$ 0.10

Jumlah Jendela = 44

Maka ;

Biaya Jendela = \$ 4.40

g. Biaya Lifteraft

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Biaya Lifteraft	:	Jumlah Lifteraft x Harga/satuan
-----------------	---	---------------------------------

Dimana ;

Harga Lifteraft = \$ 1,000.00

Jumlah Lifteraft = 1

Maka ;

Biaya Lifteraft = \$ 1,000.00

h. Biaya Lifejacket

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Biaya Lifejacket	:	Jumlah Lifejacket x Harga/satuan
------------------	---	----------------------------------

Dimana ;

Harga Lifejacket = \$ 15.00

Jumlah Lifejacket = 10

Maka ;

Biaya Lifejacket = \$ 150.00

i. Biaya Lifebuoy

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Biaya Lifebuoy	:	Jumlah Lifebuoy x Harga/satuan
----------------	---	--------------------------------

Dimana ;

Harga Lifebuoy = \$ 15.00

Jumlah Lifebuoy = 5

Maka ;

Biaya Lifebuoy = \$ 75.00

j. Biaya Peralatan Navigasi dan Komunikasi

I. Peralatan Navigasi

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Radar	=	\$	2,600.00
Kompas	=	\$	60.00
GPS	=	\$	850.00
Lampu Navigasi			
- Masthead Light	=	\$	10.00
- Anchor Light	=	\$	10.00
- Starboard Light	=	\$	12.00
- Portside Light	=	\$	12.00
Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	=	\$	17,500.00
Automatic Identification System (AIS)	=	\$	4,500.00
Telescope Binocular	=	\$	60.00
Maka ;			
Biaya Peralatan Navigasi	=	\$	25,614.00

II. Peralatan Komunikasi

(Ref : [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com))

Radiotelephone	=	\$	172.00
Digital Selective Calling (DSC)	=	\$	186.00
Navigational Telex (Navtex)	=	\$	12,500.00
EPIRB	=	\$	110.00
SSAS	=	\$	19,500.00
Portable 2-way VHF Radiotelephone			

Biaya VHF	:	Jumlah VHF x Harga/satuan
-----------	---	---------------------------

Dimana ;

Harga VHF	=	\$	87.00
Jumlah VHF	=		2

Maka ;

Biaya VHF	=	\$	174.00
-----------	---	----	--------

SART

Biaya SART	:	Jumlah SART x Harga/satuan
------------	---	----------------------------

Dimana ;

Harga SART	=	\$	450.00
Jumlah SART	=		2

Maka ;

Biaya SART	=	\$	900.00
------------	---	----	--------

Maka ;

Biaya Komunikasi	=	\$	33,542.00
Arcade Game koin	=	\$	2,100.00
LED TV	=	\$	450.00

Sehingga biaya total dari perlengkapan adalah ;

**TOTAL = \$ 94,709.40**

REKAPITULASI BIAYA PRODUKSI			
1. Biaya Al&Elektroda	=	\$	59,257.52
2. Biaya Kaca	=	\$	409.76
Biaya Cat	=	\$	9,452.50
3. Biaya Permesinan	=	\$	102,250.00
4. Biaya Perlengkapan	=	\$	94,709.40
TOTAL (USD)	=	\$	266,079.18
Kurs Rp-USD 2016 (BCA)	=	14000	Rp/USD
<b>TOTAL (Rp)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>3,725,108,581.25</b>

#### Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

Koreksi ini dilakukan untuk komisi galangan, biaya inflasi dan dana bantuan dari pemerintah.

<b>TOTAL (Rp)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>3,725,108,581.25</b>
<b>Komisi Galangan</b> (10% dari biaya pembangunan awal)	=	Rp	372,510,858.13
<b>Biaya Untuk Inflasi</b> (2% dari biaya pembangunan awal)	=	Rp	111,753,257.44
<b>Biaya Tak Terduga</b> (10% dari biaya pembangunan awal)	=	Rp	372,510,858.13
<b>Sea Trial</b>	=	Rp	200,000,000.00

Sehingga biaya total dari produksi kapal ini adalah **total biaya + komisi galangan + biaya inflasi + biaya tak terduga**

<b>Biaya Keseluruhan (Rp)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>4,781,883,554.94</b>
-------------------------------	---	-----------	-------------------------

#### Perhitungan Biaya Operasional

Biaya operasional kapal dibedakan menjadi beberapa hal, seperti biaya yang digunakan untuk pembayaran cicilan bank, biaya untuk asuransi kapal, biaya untuk perawatan, biaya untuk gaji kru kapal, dan biaya untuk kebutuhan bahan bakar mesin utama ataupun genset.

##### 1. Biaya Pembayaran Cicilan Bank

(ref : Bank Mandiri)

### Cash Loan

#### Kredit Investasi

Kredit investasi adalah kredit jangka menengah/panjang yang diberikan kepada (calon) debitur untuk membiayai barang-barang modal dalam rangka rehabilitasi, modernisasi, perluasan ataupun pendirian proyek baru, misalnya untuk pembelian mesin-mesin, bangunan dan tanah untuk pabrik, yang pelunasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai.

#### Ketentuan :

- Mempunyai Feasibility Study.
- Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll.
- Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun.
- Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan.
- Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%.

#### Bunga :

Suku bunga kredit 13,5 % \*)

Berdasarkan informasi di atas, biaya pembangunan maksimum yang dapat ditanggung bank adalah 65% dengan bunga 13.5%. Dalam Hal ini pinjaman tersebut akan dilunasi dalam waktu 4 tahun. Berikut ini adalah penjabaran untuk jumlah pinjaman dan cicilan yang harus dibayarkan ;

No	Keterangan		Nilai Uang
1	Biaya Produksi	=	Rp 4,781,883,554.94
2	Besar Pinjaman Bank (65%)	=	Rp 3,108,224,310.71
3	Besar Bunga Bank (13.5% dari pinjaman)	=	Rp 419,610,281.95
4	Masa Pinjaman (Tahun)	=	10
5	Jumlah Cicilan Setiap Tahun	=	1
Maka ;			
6	Besar Cicilan Setiap Tahun	=	Rp 730,432,713.02

## 2. Biaya Asuransi Kapal

Biaya asuransi kapal yang dibayarkan setiap tahun adalah diasumsikan 5% dari total biaya produksi. Maka ;

$$\text{Biaya} = 5\% \times \text{Biaya Produksi}$$

$$= \text{Rp } 239,094,177.75$$

### 3. Biaya Perawatan Kapal

Anggaran biaya perawatan kapal yang dikeluarkan setiap tahun adalah diasumsikan 10% dari total biaya produksi. Maka ;

Biaya = 10% x Biaya Produksi
------------------------------

$$= \text{Rp } 478,188,355.49$$

### 4. Biaya Gaji Kru Kapal

Kru kapal yang mengoperasikan kapal ini berjumlah 3 orang dengan gaji yang diberikan untuk ship crew adalah Rp 5.000.000 dan non ship crew adalah Rp 3.500.000 pada setiap bulannya. Maka biaya yang dikeluarkan setiap tahunnya ;

Biaya = Jumlah Kru x Gaji x 12 bulan
--------------------------------------

$$= \text{Rp } 60,000,000.00$$

$$= \text{Rp } 84,000,000.00 \quad \text{total gaji crew} = \text{Rp } 144,000,000.00$$

### 5. Biaya Bahan Bakar

#### a. Biaya Bahan Bakar Mesin Utama (setiap tahun)

No	Keterangan		Nilai
1	Harga Bahan Bakar	=	Rp 10,000.00
2	Waktu Kapal Beroperasi dalam 1 hari (jam)	=	9.00
3	Kebutuhan Bahan Bakar (liter/jam)	=	23.15
4	Kebutuhan Bahan Bakar Total (liter)	=	208.35
Maka ;			
5	Harga Bahan Bakar / Hari	=	Rp 2,083,500.00
6	Harga Bahan Bakar / Tahun	=	Rp 616,716,000.00

#### b. Biaya Bahan Bakar Genset (setiap tahun)

No	Keterangan		Nilai
1	Harga Bahan Bakar	=	Rp 10,000.00
2	Waktu Kapal Beroperasi dalam 1 hari (jam)	=	9.00
3	Kebutuhan Bahan Bakar (liter/jam)	=	10.30
4	Kebutuhan Bahan Bakar Total (liter)	=	92.70
Maka ;			
5	Harga Bahan Bakar / Hari	=	Rp 927,000.00

6	Harga Bahan Bakar / Tahun	=	Rp 274,392,000.00
---	---------------------------	---	-------------------

Sehingga biaya total untuk kebutuhan bahan bakar adalah ;

Biaya =	Biaya untuk mesin utama + Biaya untuk genset
=	Rp 891,108,000.00

#### 6. Biaya Air Bersih

No	Keterangan		Nilai Uang
1	Harga Air Tawar/ton	=	Rp 100,000.00
2	Kebutuhan Air Tawar/hari	=	1.01
Maka ;			
5	Harga Air Tawar / Hari	=	Rp 101,273
6	Harga Air Tawar / Tahun	=	Rp 29,976,906.67

Rekapitulasi Biaya Operasional Setiap Tahun			
1	Biaya Cicilan Bank	=	Rp 730,432,713.02
2	Biaya Asuransi	=	Rp 239,094,177.75
3	Biaya Perawatan	=	Rp 478,188,355.49
4	Biaya Gaji Kru	=	Rp 144,000,000.00
5	Biaya Bahan Bakar	=	Rp 891,108,000.00
6	Biaya Air Tawar	=	Rp 29,976,906.67
Maka Biaya Total yang Dikeluarkan;		=	Rp 2,512,800,152.92

**Perencanaan Jumlah Trip dan Harga Tiket Trip**

Harga Hari Biasa	Rp	18,000,000.00
Harga Weekend	Rp	28,000,000.00

**a. Perencanaan Trip**

No	Bulan	Jumlah Trip Hari Biasa	Jumlah Trip Weekend	Pendapatan Hari Biasa	Pendapatan Weekend/Hari Libur	Total Pendapatan
1	Januari	8	4	Rp 144,000,000.00	Rp 112,000,000.00	Rp 256,000,000.00
2	Februari	6	4	Rp 108,000,000.00	Rp 112,000,000.00	Rp 220,000,000.00
3	Maret	8	4	Rp 144,000,000.00	Rp 112,000,000.00	Rp 256,000,000.00
4	April	8	5	Rp 144,000,000.00	Rp 140,000,000.00	Rp 284,000,000.00
5	Mei	6	6	Rp 108,000,000.00	Rp 168,000,000.00	Rp 276,000,000.00
6	Juni	8	5	Rp 144,000,000.00	Rp 140,000,000.00	Rp 284,000,000.00
7	Juli	8	4	Rp 144,000,000.00	Rp 112,000,000.00	Rp 256,000,000.00
8	Agustus	8	5	Rp 144,000,000.00	Rp 140,000,000.00	Rp 284,000,000.00
9	September	8	5	Rp 144,000,000.00	Rp 140,000,000.00	Rp 284,000,000.00
10	Oktober	9	4	Rp 162,000,000.00	Rp 112,000,000.00	Rp 274,000,000.00
11	November	7	5	Rp 126,000,000.00	Rp 140,000,000.00	Rp 266,000,000.00
12	Desember	7	6	Rp 126,000,000.00	Rp 168,000,000.00	Rp 294,000,000.00
<b>TOTAL TRIP</b>			<b>296</b>	<b>PENDAPATAN</b>		<b>Rp 3,234,000,000.00</b>

No	Jenis Biaya	Nilai	Keterangan
1	Biaya Produksi	Rp 4,781,883,554.94	-
2	Biaya Operasional	Rp 2,512,800,152.92	(1 Tahun)
		Rp 8,489,189.71	(1 Hari)
5	Pendapatan	Rp 3,234,000,000.00	(1 Tahun)

### Perhitungan Kelayakan Investasi

Dalam perhitungan kelayakan investasi ini, akan dihitung *nilai Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)* dan *Break Event Point (BEP)*. Berikut adalah penjelasan singkat terkait ;

1. NPV adalah arus kas yang diperkirakan pada masa mendatang dan didiskonkan pada saat ini dengan *social oppurtunity cost of capital* sebagai diskon faktor. Jika nilai  $NPV > 0$ , maka investasi tersebut layak untuk dilakukan.
2. IRR adalah indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Semakin cepat laju pengembaliannya, maka semakin layak pula investasi tersebut dilakukan.
3. BEP adalah titik dimana besarnya pengeluaran sama dengan pendapatan, atau disebut sebagai titik balik modal.

### **2. Perhitungan NPV (*Net Present Value*) & IRR (*Internal Rate of Return*)**

Tahun	Cash Flow			Comulative
	Cash Inflow	Cash Outflow	Net Cashflow	
0	-2512800153		-2512800153	-2512800153
1	3234000000	-2512800153	721199847.1	-1791600306
2	3234000000	-2512800153	721199847.1	-1070400459
3	3234000000	-2512800153	721199847.1	-349200611.7
4	3234000000	-2512800153	721199847.1	371999235.4
5	3234000000	-2512800153	721199847.1	1093199082
6	3234000000	-2512800153	721199847.1	1814398930
7	3234000000	-2512800153	721199847.1	2535598777
8	3234000000	-2512800153	721199847.1	3256798624
9	3234000000	-2512800153	721199847.1	3977998471
10	3234000000	-2512800153	721199847.1	4699198318

Maka ;

	<i>Discount Rate from Bank</i>	=	13.5%
atau	Suku Bunga Bank	=	419610282
	NPV	=	1160290152
	IRR	=	17%

### **3. Perhitungan BEP (*Break Event Point*)**

BEP :	Biaya Produksi
	Pendapatan - Biaya Operasional
BEP :	6.63 tahun

#### **Kesimpulan :**

Investasi ini dikatakan layak karena ;

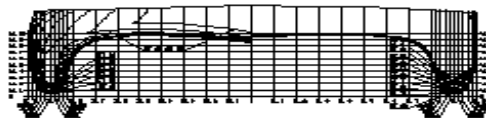
Besarnya NPV > 0, yaitu	1160290152
Besarnya IRR > Suku Bunga, yaitu	17%
Besarnya BEP > Lama Peminjaman, yaitu	6.63 tahun



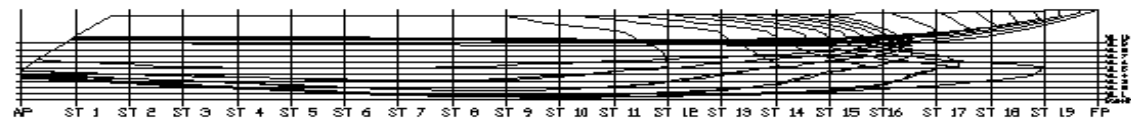
## LAMPIRAN B

### GAMBAR LINES PLAN

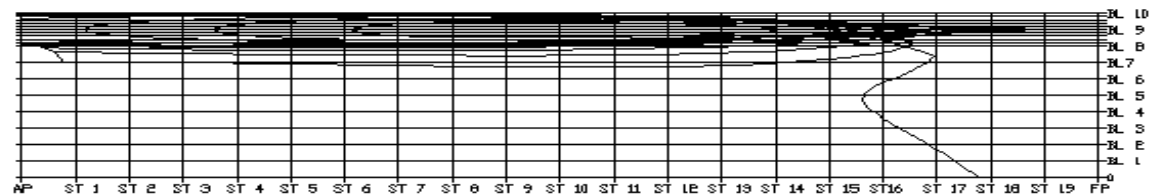
## BODY PLAN



SHEER PLAN



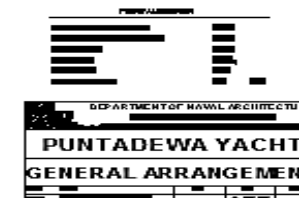
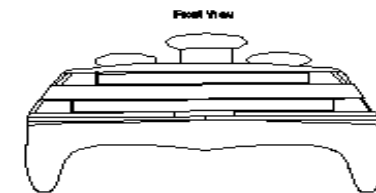
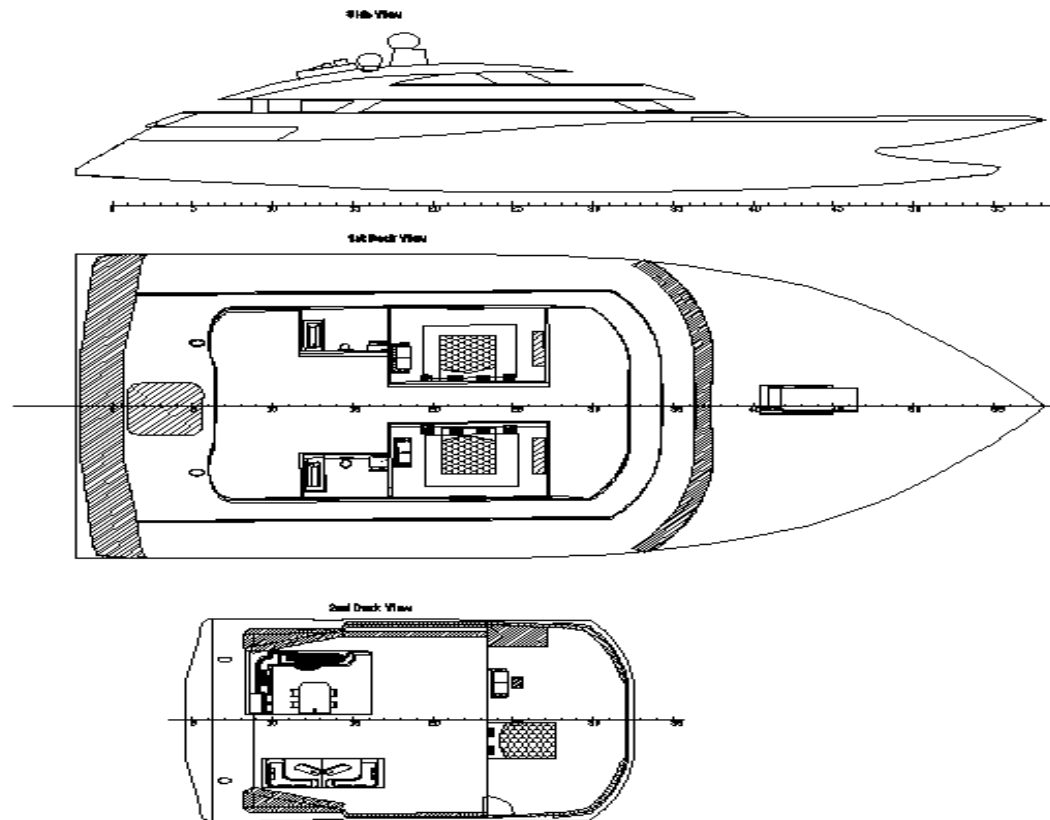
### HALF BREADTH PLAN



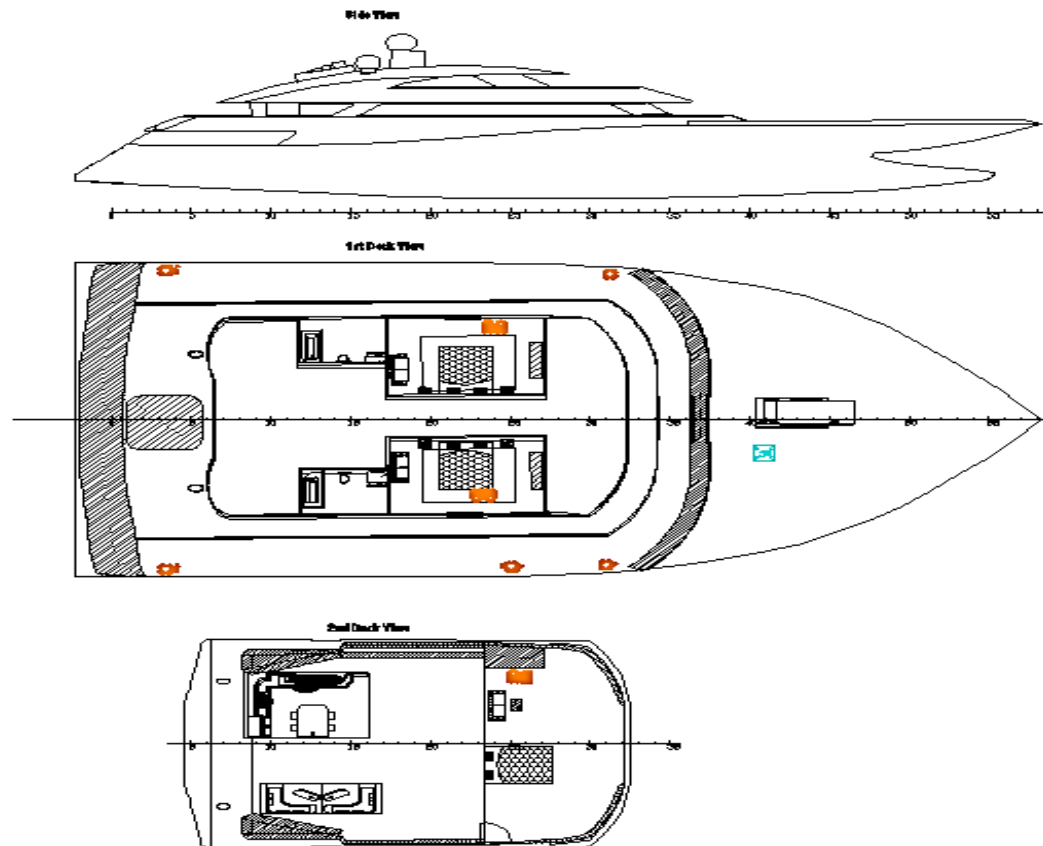
HYDROLOGIC CHARACTERISTICS		
LENGTH OF HYDROGRAPH (HRS)	22.00	h
LENGTH OF HYDROGRAPH (MILES)	22.00	mi
DISCHARGE (MGD)	1.00	mgd
DEPTH (FEET)	10.00	ft
DEPTH (MILES)	1.00	mi
DEPTH (FEET)	10	Feet

## LAMPIRAN C

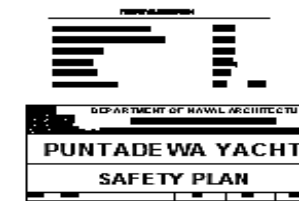
### GAMBAR GENERAL ARRANGEMENT



# LAMPIRAN D GAMBAR SAFETY PLAN



SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	SAFETY EQUIPMENT	1st Deck
	SAFETY EQUIPMENT	2nd Deck
	SAFETY EQUIPMENT	1st Deck
	SAFETY EQUIPMENT	2nd Deck
	SAFETY EQUIPMENT	1st Deck
	SAFETY EQUIPMENT	2nd Deck
	SAFETY EQUIPMENT	1st Deck
	SAFETY EQUIPMENT	2nd Deck
	SAFETY EQUIPMENT	1st Deck
	SAFETY EQUIPMENT	2nd Deck



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
PUNTADE WA YACHT  
SAFETY PLAN

## BIODATA PENULIS



Yudhistira Ardhi Nugraha, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Sukoharjo pada 29 April 1994 silam, Penulis merupakan anak bungsu dari tiga bersaudara dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Godog 1, kemudian melanjutkan ke SDN Godog I, SMPN 1 Sukoharjo dan SMAN 1 Sukoharjo. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN Undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Rekayasa Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi panitia SAMPAN 7 ITS pada sub kegiatan SFSC 2013/2014 serta Ketua sub kegiatan SFSC SAMPAN 8 ITS 2014/2015.

Penulis tercatat pernah menjadi anggota UKM Maritime Challenge di ITS Surabaya.

Email: amarta\_king@hotmail.co.id